11 АПРЕЛЯ 1934 11 AVRIL

ДОКЛАДЫ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

IMPERIAL INSTITUTE 17 MAI 1934

COMPTES RENDUS
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

ТОМ II — VOLUME II

№ 2

стр.

ФИЗИКА

А. Вальтер и Л. Инге. Влияние концентрации электронов проводимости на электрическую прочность кристаллов 65

И. Кикоин. О новом фотоэлектрическом эффекте в закиси меди 71

Д. Блохинцев. К теории фосфоресценции 76

ХИМИЯ

И. Н. Назаров. Дегидратация третичнобутил-третично-гептил-карбинолов 82

БИОЛОГИЯ

Р. Н. Белкин. Этюды по регенерации у амфибий. II. Влияние температуры на регенерацию аксолотлей. III. Регенерация частей конечностей аксолотлей, имплантированных в хвост 88

PAG.

PHYSIK

A. Walther und L. Inge. Der Einfluss des Elektronenvorstroms auf die dielektrische Festigkeit von Kristallen . 68

I. Kikoin. Über einen neuen photoelektrischen Effekt in Kupferoxydul . . 78

D. Blochincev. Zur Theorie der Phosphoreszenz 79

CHEMISTRY

I. Nazarev. Dehydration of Tertiary-Butyl-Tertiary-Heptyl-Carbinols . . . 85

BIOLOGIE

R. Belkin. Studien über Regeneration bei Amphibien. II. Einfluss der Temperatur auf die Regeneration bei Axolotlen. III. Regeneration von in den Schwanz implantierten Extremitätenteilen bei Axolotlen 90

(См. на обороте)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ЛЕНИНГРАД — LENINGRAD

(Продолжение)

СТР.

МИКРОБИОЛОГИЯ

Акад. Г. А. Надсон и Е. А. Штерн. Новые наблюдения над биологическим действием металлов на расстоянии 93

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Эзрас Асратян. Влияние посторонних и условных раздражителей на безусловный пищевой рефлекс . . . 99

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Я. Школьник. Влияние бора на развитие льна в водных и почвенных культурах 104

И. А. Коломиец. К вопросу о засухоустойчивости и объективных признаках ее у сортов яровой пшеницы 109

А. И. Опарин. Обмен веществ в сахарной свекле при низких температурах и хранение ее в замороженном виде 116

ГЕОЛОГИЯ

В. Д. Фомичев. О девонских отложениях окраин Кузнецкого бассейна . . 122

Н. Н. Кузнецов-Угамский. О движениях береговой линии Иссык-куля . . . 127

ГИДРОЛОГИЯ

Г. Ю. Верещагин, А. И. Горбов и И. Д. Менделеев. К вопросу о нахождении в природе воды аномальной плотности 131

ЗООЛОГИЯ

К. К. Флеров. О географическом распространении и систематике лосей . 137

Хроника 144

PAG.

MICROBIOLOGIE

G. Nadson, de l'Académie, et E. Stern. Nouvelles observations sur l'action biologique des métaux à distance . . 97

ANIMAL PHYSIOLOGY

E. Hasratian. The Influence of Extraneous and Conditioned Stimuli upon an Unconditioned Food Reflex 102

PLANT PHYSIOLOGY

M. Skolnik. The Effect of Boron upon the Development of Flax in Water and Soil Cultures 107

I. Kolomiec. On Drought Resistance and its Outward Signs in Different Varieties of Spring Wheat 112

A. Oparin. Metabolism in Sugar Beetroot at Low Temperatures and the Storage of Beetroot in a Frozen State . 119

GEOLOGY

V. Fomičev (V. Fomitchev). On the Devonian Deposits of the Periphery of the Kuznetsk Basin 126

N. Kuznecov-Ugamskij. On the Movements of the Coast-Line of Issyk-kul lake . 130

HYDROLOGIE

G. Vereščagin, A. Gorbov et I. Mendelejev. Sur l'existence de l'eau de densité anormale dans des conditions naturelles 134

ZOOLOGY

C. Flerow. On the Geographical Distribution and Systematics of Elks or Moose (*Alces* Gray) 141

Announcement 144

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИКА

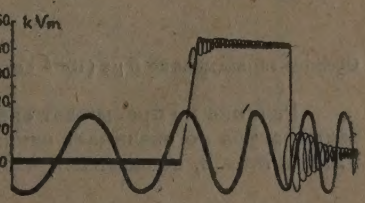
А. ВАЛЬТЕР и Л. ИНГЕ

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ ПРОВОДИМОСТИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ КРИСТАЛЛОВ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 10 I 1934*)

Вопрос о механизме пробоя твердых диэлектриков за последнее время являлся предметом больших споров ([1] [2]). В одном отношении, все-же, получилось некоторое единство во взглядах, а именно признано, что пробой должен быть процессом электронным, в котором ионам принадлежит лишь подчиненная роль. Первая стадия пробоя состоит, таким образом, в резком возрастании проходящего через диэлектрик электронного тока, в основе же этого усиления электронного тока могут лежать две причины: ударная ионизация электронами, или же непосредственное срывание электронов действием электрического поля.

Можно рассчитывать получить некоторое представление о процессах, вызывающих пробой, путем изучения влияния, оказываемого первоначальной концентрацией электронов проводимости в изоляторе на напряжение пробоя и в особенности — на замедление пробоя. Для таких опытов весьма подходящим объектом является каменная соль, в которой концентрация ионов поддается изменению в широких пределах посредством соответствующего освещения. Во избежание возможных вторичных явлений все измерения производились при ударных напряжениях.



Фиг. 1. — Abb. 1.

Ударная волна была приблизительно прямоугольной, фронтовая длина составляла приблизительно 3×10^{-8} сек., обратная сторона имела константу времени в 10^{-2} сек. Для определения запаздывания пробоя, т. е. времени, потребного для образования пробоя, ударная волна при каждом пробое фотографировалась посредством катодного осциллографа системы Роговского: из осциллограммы непосредственно получались как напряжение волны, так и запаздывание пробоя. Типичная осциллограмма приводится на фиг. 1.

Для изучения влияния концентрации электронов при разных полярностях опыты производились в резко неоднородном электрическом поле. Пластинки каменной соли зажимались между острием и плоским электродом и вся система погружалась в трехфосфорнокислый крезил, жидкость, в которой разряды сравнительно поздно начинаются; в этой среде на заостренном электроде не происходит никаких поверхностных разрядов, которые могли бы искажать совершенно все электрическое поле.

Исследованию подвергались пластины каменной соли как в натуральном состоянии, так и окрашенные действием рентгеновых лучей в желто-бурый цвет. Окрашенные пластинки освещались на расстоянии 50 см лампой накаливания в 200 ватт или дугой. При таких условиях в секунду на кубический сантиметр вырывается приблизительно 10^{14} электронов.

Результаты измерений приведены на фиг. 2. При отрицательном знаке острия получается гораздо большее запаздывание, чем при положительном. Это влияние полярности не может исходить от среды, так как в той же среде (трикрезилфосфат) влияния полярности для других веществ (например для стекла) не наблюдается вовсе. Но на каменной соли абсолютно не удается установить никакой разницы между запаздыванием в натуральной нетронутой каменной соли и в окрашенной посредством освещенности.

Можно было бы подумать, что уже в естественной каменной соли концентрация электронов достаточно велика, чтобы устранить запаздывание; при этом могла бы идти речь о слабо связанных электронах, которые в более сильном электрическом поле легко могли бы вырываться. Между тем известно, что концентрация таких электронов сильно уменьшается при нагревании. Поэтому мы температурировали ряд пластинок натуральной каменной соли при 200—600° в течение 4—6 часов, а затем непосредственно после нагревания подвергали их пробою. Для среднего запаздывания при этом получались значения приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Напряжение 44.8 kV, острие отрицательно

	Окрашенные, освещенные	Неокрашенные, неосвещенные	Температурированные
Среднее запаздывание в μs (10^{-6} сек.) . .	2.2	2.3	2.0

Разница не превышает средней величины дисперсии. Следовательно, температура не оказывает влияния на запаздывание. Цифры, приводимые ниже в табл. 2, показывают, что и материал острия не имеет тут значения.

Таблица 2

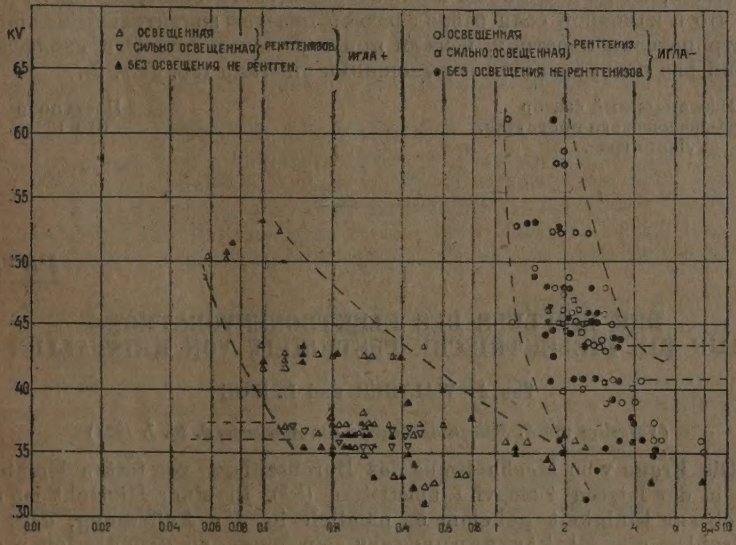
Напряжение 48.8 kV, острие отрицательно

	Материал острия		
	Сталь	Медь	Цинк
Среднее запаздывание в μs	2.0	1.9	1.8

Полученные результаты приводят к некоторым следствиям, могущим иметь важное значение для теории пробоя. Маловероятно, чтобы основной причиной пробоя твердых диэлектриков являлась ударная ионизация. В таком случае обязательно получалось повышение электрической прочности в тонких пластинках, какового до сих пор не наблюдалось ни в одном случае вплоть до толщины размера 5×10^{-6} см [3]. На основании настоящей работы можно выдвинуть еще несколько возражений против теории ионизации.

Для осуществления ионизации необходимо нахождение в области высокого напряжения поля (в условиях наших измерений 10^{-6} до 10^{-8} см^3) хотя бы нескольких начальных электронов, и притом в течение краткой

длительности удара (10^{-6} сек.). Для окрашенной сильно освещенной каменной соли это будет соблюдено; действительно, если ежесекундно на единицу объема выделяется 10^{14} электронов, то на область высокого напряжения приходится в микросекунду $\frac{10^{14}}{10^7 \cdot 10^6}$, т. е. приблизительно 10 электронов. Для натуральной, особенно же для температурированной каменной соли, эти числа должны быть значительно ниже; однако, при переходе от окрашенной и освещенной каменной соли к натуральной запаздывание нисколько не меняется. Следовательно, ионизация не может быть обусловленной свободными или слабо связанными электронами. Итак,



Фиг. 2. — Abb. 2.

здесь могла бы идти речь лишь об электронах, срываемых действием самого поля с электродов или с ионов кристаллической решетки. В первую очередь тут имеет значение первая возможность, так как работа перемещения электронов из металла в кристалл приблизительно вдвое меньше работы срыва связанных в кристаллической решетке электронов. Получающийся отсюда электронный ток был вычислен Фаулером ([4]). Чтобы дать необходимую начальную концентрацию электронов нужны поля силой от 5×10^6 до 10^7. Локальные напряжения такого порядка легко могут образовываться на электродах при нормальных макроскопических пробивных напряжениях кристаллов ($1—3 \times 10^6$ V/см). Между тем, данная Фаулером([4]) формула показывает, что ток, обусловленный срывом электронов с электродов, при увеличении напряженности поля возрастает необычайно быстро и при полях всего лишь примерно в 2 раза превосходящих те, при которых начинается заметное вырывание электронов и, стало быть, становится возможной ударная ионизация, токи возрастают настолько (до многих ампер), что диэлектрик будет пробит.

Тем самым допущение ударной ионизации становится излишним, и пробой может быть отнесен исключительно за счет отрывания электро-

дов электрическим полем. Вероятнее всего при этом, электроны идут от электродов; мнение это уже несколько лет назад было высказано Розенкевичем. Тот факт, что пробивные напряжения не зависят от материала электрода, не говорит против данного объяснения.

Что касается до самого запаздывания, особенно заметного в случае отрицательного острия и даже при высоких напряжениях превосходящего 1 μS, то оно обусловливается тем обстоятельством, что при коротких импульсах напряжения разряд не успевает пройти сквозь кристалл. Ведь хорошо известно, что при таких условиях в кристаллах, в данном случае в каменной соли, получаются частичные пробои, т. е. что пробой начинается, но не доходит до конца. Предыдущие исследования [5] показали, что в каменной соли разряд развертывается значительно медленнее при отрицательном острии, нежели при положительном. Это наблюдение лишний раз подкрепляется и нынешними опытами (ср. фиг. 2).

Изоляционный сектор
Электро-физического института.
Ленинград.

Поступило
10 I 1934.

PHYSIK

DER EINFLUSS DES ELEKTRONENVORSTROMS AUF DIE DIELEKTRISCHE FESTIGKEIT VON KRISTALLEN

Von A. WALTHER und L. INGE

(Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 10. I. 1934)

Die Frage vom Mechanismus des Durchschlags von festen Isolatoren wurde in der letzten Zeit viel umstritten [1, 2]. In einer Hinsicht ist man ziemlich zur Einigkeit gekommen, nämlich in der Auffassung, dass der Durchschlag ein Elektronenprozess sein muss, an dem die Ionen eine nur untergeordnete Rolle spielen. Das erste Stadium des Durchschlags besteht somit in einem steilen Anwuchs des durch den Isolator fliessenden Elektronenstroms. Dieser Vermehrung des Elektronenstroms können nun zwei Vorgänge zu Grunde liegen: Stossionisation durch Elektronen, Herausreissen der Elektronen durch unmittelbare Einwirkung des elektrischen Feldes.

Man könnte einen gewissen Einblick in die den Durchschlag bedingenden Prozesse dadurch zu bekommen suchen, dass man den Einfluss studierte, den die anfängliche Konzentration der Leitungselektronen im Isolator auf die Durchschlagspannung und insbesondere auf die Durchschlagsverzögerung ausübt. Für solche Versuche ist gefärbtes Steinsalz, wo sich die Elektronenkonzentration durch entsprechende Belichtung in weiten Grenzen ändern lässt, sehr gut geeignet. Um mögliche Sekundärerscheinungen zu vermeiden, wurden alle Messungen bei Stossspannungen ausgeführt. Die Stosswelle war ungefähr rechteckig, die Stirnlänge betrug etwa 3×10^{-8} sek., der Rücken hatte eine Zeitkonstante von 10^{-2} sek. Um die Durchschlagsverzögerung, d. h. die Zeit zu bestimmen, die für die Ausbildung des Durchschlags nötig war, wurde die Stosswelle bei jedem Durchschlag mittels eines Kathodenoszillographen System Rogowski photographiert: dem Oszillogramm konnte sowohl die der Welle entsprechende

Spannung, als auch die Durchschlagsverzögerung unmittelbar entnommen werden. Ein typisches Oszillogramm ist auf Abb. 1 (S. 65) angeführt.

Um den Einfluss der Elektronenkonzentration bei verschiedener Polarität studieren zu können, wurden die Versuche bei einem stark inhomogenen elektrischen Felde ausgeführt. Die Steinsalzplatten wurden zwischen einer Spitze und einer Platte eingeklemmt, und das ganze System in Trikresylphosphat getaucht, eine Flüssigkeit in der die Entladungen verhältnismässig spät anfangen; in diesem Medium treten an der Spitzenelektrode keine Oberflächenentladungen auf, die sonst das elektrische Feld vollkommen entstellen könnten.

Es kamen sowohl natürliche Steinsalzplatten, als auch solche zur Untersuchung, die durch Röntgenstrahlen gelb-braun gefärbt waren. Die gefärbten Platten wurden von einer Entfernung von 50 cm. mit einer Glühlampe von 200 W, oder einem Kohlenbogen belichtet. In diesen Verhältnissen werden jede Sekunde pro Kubikzentimeter etwa 10^{14} Elektronen herausgerissen.

Die Messergebnisse sind auf Abb. 2 (S. 67) angeführt. Bei negativer Spitze ergibt sich eine bedeutend grössere Verzögerung als bei positiver. Dieser Polaritätseinfluss kann nicht vom Medium herrühren, da in demselben Medium (Trikresylphosphat) der Polaritätseinfluss für andere Stoffe (z. B. Glas) ausbleibt. Es lässt sich aber absolut kein Unterschied in der Verzögerung zwischen dem natürlichen Steinsalz und dem gefärbten belichteten feststellen.

Man könnte annehmen, dass schon im natürlichen Steinsalz die Elektronenkonzentration gross genug ist um die Verzögerung aufzuheben; es könnte sich dabei um schwach gebundene Elektronen handeln, die in stärkeren elektrischen Feldern leicht losgerissen werden können. Nun ist aber bekannt, dass sich die Konzentration von solchen Elektronen dadurch stark vermindern lässt, dass man den Kristall erwärmt. Eine Reihe von Platten aus natürlichem Steinsalz wurde deshalb bei Temperaturen von 200—600° C während 4—6 Stunden getempert und unmittelbar nach der Erwärmung durchgeschlagen. Für die mittlere Verzögerung ergaben sich dabei Werte, die in Tabelle 1 angeführt sind.

Tabelle 1

Spannung 44.8 kV, Spitze negativ

	Gefärbt, belichtet	Ungefärbt, nicht belichtet	Getempert
Mittlere Verzögerung in μS (10^{-6} sek.) . .	2.2	2.3	2.0

Der Unterschied übertrifft nicht die mittlere Streuung. Das Tempern übt somit keinen Einfluss auf die Verzögerung aus. Die in Tabelle 2 angeführten Zahlen zeigen, dass auch das Material der Spitze keine Bedeutung hat.

Tabelle 2

Spannung 48.8 kV, Spitze negativ

	Spitze aus Stahl	Spitze aus Kupfer	Spitze aus Zink
Mittlere Verzögerung in μS	2.0	1.9	1.8

Die gewonnenen Resultate führen zu einigen Folgerungen, die für die Theorie des Durchschlags wichtig sein können. Es ist wenig wahr-

scheinlich, dass dem Durchschlag von festen Isolatoren eine Stossionisation zu Grunde liegt. Es müsste sich solchenfalls unbedingt eine Erhöhung der elektrischen Festigkeit in dünnen Schichten ergeben, die aber bisjetzt in keinem Falle beobachtet worden ist und zwar bis zu Schichtdicken von 5×10^{-6} cm ([3]) herab. Auf Grund der vorliegenden Arbeit lässt sich nun gegen die Ionisationstheorie noch einiges einwenden.

Damit die Ionisation zu Stande kommt, müssen im Gebiet der hohen Feldstärke (bei unseren Messungen 10^{-6}—10^{-8} cm^3) wenigstens einige Anfangselektronen existieren, und zwar während der kurzen Dauer des Stosses (10^{-6} sek.). Beim gefärbten stark belichteten Steinsalz wird dies der Fall sein; falls sich nämlich pro Volumeneinheit und Sekunde 10^{14} Elekronen ausscheiden, so entfallen auf das Gebiet der hohen Feldstärke pro Mikrosekunde $\frac{10^{14}}{10^{17} \cdot 10^{16}}$, d. h. etwa 10 Elektronen. Für das natürliche, insbesondere für das getemperte Steinsalz müssen die Zahlen bedeutend niedriger sein; es ändert sich aber die Verzögerung beim Übergang von gefärbten und belichteten zum natürlichen Steinsalz keineswegs. Die Ionisation kann folglich nicht durch freie oder schwach gebundene Elektronen bedingt werden. Es könnte sich daher nur um Elektronen handeln, die entweder aus den Elektroden, oder von den Ionen des Kristalgitters durch das Feld selbst losgerissen werden. In erster Linie kommt dabei die erstere Möglichkeit in Betracht, da ja die Überführungsarbeit der Elektronen aus dem Metall in den Kristall etwa 2 Mal kleiner ist, als die Ablösungsarbeit der im Kristallgitter gebundenen Elektronen. Der sich ergebende Elektronenstrom ist von Fowler ([4]) berechnet worden. Um den erforderlichen Elektronenvorstrom zu liefern, sind Feldstärken erforderlich, die zwischen 5×10^6 und 10^7 liegen. Lokale Feldstärken von einer solchen Grössenordnung können sich leicht an den Elektroden bei den normalen makroskopischen Durchschlagsfeldstärken der Kristalle (1—3×10^6 V/cm) ausbilden. Nun zeigt aber die von Fowler ([4]) gegebene Formel, dass bei Feldstärken, die oben erwähnten nur etwa 2 Mal übertreffen, der aus den Elektroden stammende Strom schon so stark wird (viele Ampere) dass der Kristall als durchgeschlagen gelten kann.

Die Annahme einer Stossionisation ist somit überflüssig und der Durchschlag kann ledig auf ein Ablösen der Elektronen durch das elektrische Feld zurückgeführt werden. Am wahrscheinlichsten ist es dabei dass die Elektronen aus den Elektoden stammen, eine Ansicht die auch schon von Rosenkewitsch vor einigen Jahren ausgesprochen worden ist. Der Umstand, dass die Durchschlagsspannungen vom Material der Elektroden nicht abhängen, spricht nicht gegen diese Erklärung.

Was die Durchschlagsverzögerung selbst betrifft, die sich besonders im Fall der negativen Spitze merkbar macht, und selbst bei hohen Spannungen 1 μS übertrifft, so wird sie durch den Umstand bedingt, dass bei kurzen Spannungsstössen die Entladung nicht Zeit findet, sich durch den Kristall hindurchzufressen. Es ist ja gut bekannt, dass sich bei solchen Bedingungen in Kristallen, bzw. Steinsalz, Teildurchschläge ergeben, d. h. dass der Durchschlag beginnt, aber nicht zu Ende kommt. Die früheren Untersuchungen ([5]) zeigten, dass sich die Entladung in Steinsalz im Fall der negativen Spitze bedeutend langsamer entwickelt, als bei positiver Spitze. Diese Beobachtung wird durch die vorliegenden Versuche (vegl. Abb. 2) nochmals bekräftigt.

Isolationssektor des elektrophysikalischen Instituts. Leningrad.

Eingegangen d. 10. I. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] Hippel. Z. f. Phys., 67, 707, 1931; 68, 309, 1931; 75, 145, 1932. [2] Inge, Walther u. Wul. Z. f. Phys. der Sowjetunion. Bd. 3, H. 3, 284, 1933. [3] Betz. Z. f. Phys., Bd. 82, 644, 1933. [4] Fowler. Proc. Roy. Soc, 141 (843) July, 1933. [5] L. Inge u. A. Walther. Ar. f. El., 24, 259, 1930. — Л. Инге и А. Вальтер. Электричество, № 6, 83, 1930.

ФИЗИКА

И. КИКОИН

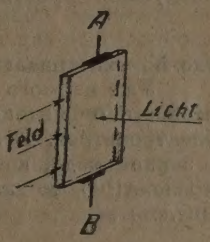
О НОВОМ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ЭФФЕКТЕ В ЗАКИСИ МЕДИ

(*Представлено академиком А. Ф. Иоффе 25 I 1934*)

В первой работе под таким же названием [1] было опубликовано описание нового фотоэлектрического эффекта в закиси меди с указанием некоторых свойств чисто качественного характера, касающихся этого явления.

В этой заметке я хочу сообщить о некоторых существенных дополнительных опытах и о некоторых количественных соотношениях, касающихся этого эффекта.

Напомним, что сущность этого нового фото-эффекта заключается в следующем: если на пластинку из закиси меди при температуре жидкого воздуха, помещенной между полюсами магнита, падает свет в направлении, перпендикулярном к направлению поля и плоскости пластинки (см. рисунок), то в направлении AB возникает падение потенциалов, которое строго пропорционально напряжению магнитного поля и мало зависит от интенсивности света (по крайней мере при больших интенсивностях света практически никакой зависимости от интенсивности нет). В первой заметке (loc. cit.) максимальная разность потенциалов, которая была достигнута в поле 3000 гаусс, составляла 3 вольта. На образцах, с которыми работа производилась в последнее время (очень прозрачные пластинки Cu_2O), эта разность потенциалов в поле 11 000 гаусс достигает 15—20 вольт.



Описанный опыт производился так, что платиновые электроды A и B присоединялись к квадратному электрометру и измерялась соответствующая разность потенциалов. Там же было указано, что при освещении красным светом образца никакого эффекта не наблюдалось. Дальнейшие опыты с одной стороны были направлены к тому, чтобы путем вариации условий опыта выяснить общность и повторимость этого нового эффекта и к выяснению некоторых количественных соотношений, относящихся к нему.

Прежде всего было проверено, насколько этот эффект связан с электродами, служащими для измерения разности потенциалов. Оказалось, вид электродов никакой роли не играет. Так например, в первых опытах измерения проделывались с платиновыми электродами, введенными внутрь образца; были проделаны измерения в условиях, когда в качестве электродов служили нанесенные на образец слои золота путем испарения в вакууме и прижатые к ним пружинные контакты, причем результат остался таким же. Таким образом сами электроды повидимому существенной роли в этом эффекте не играют. Кроме того было показано,

что и форма самого образца также не играет существенной роли, как это впрочем и следовало ожидать. Так например, эффект получается без отказа, если вместо плоской пластинки, служившей образцом в первых опытах, взять образец в форме цилиндрического стерженька с электродами на концах (окисленная медная проволока).

В описываемой работе было проделано количественное исследование зависимости нового фотоэффекта от интенсивности света. Причем измерялась не только разность потенциалов между электродами, но и сила тока его, создаваемая при замыкании цепи. Для этой цели электроды A и B присоединялись к чувствительному гальванометру, который позволял определить силу тока. При этом получился тот существенный результат, что сила тока, протекающая по образцу в магнитном поле, строго пропорциональна интенсивности падающего света до самых больших интенсивностей освещения, которые достигались в этих опытах (освещение производилось электрической лампой накаливания мощностью 500 ватт, причем свет концентрировался на образец большим короткофокусным конденсатором). Между тем для разности потенциалов между электродами наблюдалось насыщение уже при значительно меньших интенсивностях. Кроме того эта сила тока, как, впрочем, и разность потенциалов, возрастала строго пропорционально с полем. Таким образом, зависимость силы тока, возникающей под влиянием света и магнитного поля взаимно перпендикулярно направленных, от силы света L и напряжения магнитного поля H может быть выражена следующим простым уравнением:

$$i = KLH, \qquad [1]$$

где K — материальная константа.

Уже из этого обстоятельства можно заранее предсказать как должна зависеть от интенсивности света разность потенциалов, измеряемая электрометром. Если принять справедливость закона Ома для фототока в закиси меди, которая для нее действительно неоднократно была установлена [2, 3], то для создания тока силой i необходима разность потенциалов:

$$V = \frac{i}{\sigma}, \qquad [2]$$

где σ — проводимость образца. Но проводимость образца складывается из „тепловой“ проводимости σ_0 и фотопроводимости σ_L, пропорциональной интенсивности света

$$\sigma_L = \beta L.$$

Вследствие этого зависимость разности потенциалов от интенсивности света определяется из условий:

$$i = V(\sigma_0 + \beta L),$$

т. е. сама разность потенциалов

$$V = \frac{KL}{\sigma_0 + \beta L}, \qquad [3]$$

откуда и вытекает в полном согласии с опытом, что при больших интенсивностях (в пределе когда $L = \infty$)

$$V = \frac{K}{\beta} = \text{const},$$

т. е. должно наблюдаться насыщение.

Для проверки этого рассуждения были проделаны следующие опыты.

Образец освещался монохроматическим светом (белый свет пропускался через синий фильтр с резкой полосой пропускания около 460 mμ) и кроме того с противоположной стороны образец освещался красным светом, который как было указано, не вызывает никакого эффекта в магнитном поле и значение которого сводилось лишь к созданию сколько-нибудь заметной постоянной составляющей σ_0. Варьировалась при этом интенсивность синего света и измерялась зависимость получающейся при этом разности потенциалов (при помощи электрометра).

Полученные при этом результаты полностью подтвердили справедливость [3].

Кроме того были проделаны измерения разности потенциалов при данной интенсивности синего света, но при разных интенсивностях красного света, когда следовательно $\sigma_0 = \beta_1 L_{\text{красн.}}$, а i и σ_l постоянны.

Тогда из той же формулы [2] явствует, что

$$V = \frac{i}{\sigma} = \frac{\text{const}}{\beta_1 L_{\text{красн.}} + \text{const}}.$$

Полученные результаты полностью подтвердили и это выражение. Из этих рассуждений впрочем явствует, что дополнительное освещение красным светом образца не должно влиять на силу тока i, и это было подтверждено на опыте.

Таким образом, из того факта, что сила тока i линейно зависит от интенсивности освещения, что вообще говоря естественно для всякого фотоэффекта, вытекает как следствие наблюденная зависимость измеренной разности потенциалов от интенсивности света.

Отсюда еще пока нельзя сделать однозначных заключений относительно самой электродвижущей силы, вызывающей измеряемую разность потенциалов. Относительно ее происхождения и зависимости ее от интенсивности света можно пока лишь строить те или иные предположения более или менее вероятные, на которых мы здесь останавливаться не будем.

Более подробное описание опытов и попытки объяснения природы найденного нового эффекта будут даны в другом месте.

Уральский физико-технический институт.

Поступило 25 I 1934.

PHYSIK

ÜBER EINEN NEUEN PHOTOELEKTRISCHEN EFFEKT IM KUPFEROXYDUL

Von I. KIKOIN

(*Vorgelegt von A. Joffe, Mitglied der Akademie, d. 25. 1. 1934*)

In der ersten Arbeit unter demselben Titel (1) wurde eine Beschreibung eines neuen photoelektrischen Effektes im Kupferoxydul veröffentlicht, wobei einige Eigentümlichkeiten dieser Erscheinung rein qualitativen Charakters angegeben wurden.

In dieser Notiz will ich einige wesentliche ergänzende Versuche, sowie einige auf diesen Effekt bezügliche quantitative Ermittelungen mitteilen.

Wir wollen dem Leser in Erinnerung bringen, dass das Wesen des neuen photoelektrischen Effektes im Folgenden besteht. Wenn auf eine Platte aus Kupferoxydul, die sich zwischen den Polen eines Magneten befindet, bei der Temperatur der flüssigen Luft Licht auffällt in der Richtung senkrecht zum Feld und zur Ebene der Platte (siehe Abbildung, S. 71) so entsteht in der Richtung AB ein Potentialgradient, der streng proportional ist der Richtung des magnetischen Feldes und von der Lichtintensität wenig abhängt (wenigstens bei grossen Lichtintensitäten ergibt sich praktisch keine Abhängigkeit von der Intensität). Zur Zeit der ersten Mitteilung (loc. cit.) betrug die maximale Potentialdifferenz, die in einem Felde von 3000 Gauss erreicht wurde, 3 Volt. An den Proben, mit denen die Messungen seither ausgeführt wurden (sehr durchsichtige Platten von Cu_2O), erreicht diese Potentialdifferenz in einem Felde von 11 000 Gauss 15 bis 20 Volt. Die beschriebenen Versuche wurden so ausgeführt, dass die Platinelektroden A und B mit einem Quadrantenelektrometer verbunden waren, an welchem die entsprechende Potentialdifferenz gemessen wurde. Ebenda wurde auch festgestellt, dass bei Belichtung der Probe mit rotem Licht kein Effekt beobachtet werden konnte. Die weiterhin angestellten Versuche waren dahin gerichtet, einerseits mittels Variierung der Versuchsbedingungen die Allgemeinheit und Reproduzierbarkeit des neuen Effektes klarzulegen und andererseits einige quantitative Beziehungen desselben aufzudecken.

Vor allem wurde nachgeprüft, inwiefern der Effekt an die Elektroden, die zur Messung der Potentialdifferenz dienten, gebunden ist. Es zeigte sich, dass die Natur der Elektroden keine Rolle spielt. So wurden z. B. in den ersten Versuchen die Messungen mit Platinelektroden ausgeführt, die in die Probe eingebacken wurden, in den vorliegenden Messungen dienten als Elektroden Goldschichten, die im Vakuum durch Verdampfung auf die Probe niedergeschlagen wurden und an die federnden Kontakte angepresst wurden; dabei blieb das Resultat dasselbe. Somit spielen die Elektroden selbst bei diesem Effekte anscheinend keine wesentliche Rolle. Ausserdem wurde nachgewiesen, dass auch die Form der Probe keine wesentliche Bedeutung hat, was übrigens auch zu erwarten war. So tritt, z. B., der Effekt sicher auf, wenn man anstatt der ebenen Platte, die in den ersten Versuchen als Probe diente, einen zylindrischen Stab mit den Elektroden an seinen Enden nimmt (oxydierter Kupferdraht).

In der vorliegenden Arbeit wurde die Abhängigkeit des neuen Photoeffektes von der Lichtintensität quantitativ untersucht. Dabei wurde nicht nur die Potentialdifferenz zwischen den Elektroden gemessen, sondern auch die Stromstärke, die beim Schliessen des Kreises durch die erstere erzeugt wird. Zu diesem Zwecke wurden die Elektroden A und B mit einem empfindlichen Galvanometer verbunden, welches die Stromstärke zu bestimmen gestattete. Dabei ergab sich das wichtige Resultat, dass die Stärke des Stromes, der durch die Probe im magnetischen Felde fliesst, der Intensität des auffallenden Lichtes streng proportional ist, und zwar bis zu den grössten Beleuchtungsintensitäten, die bei diesen Versuchen erreicht wurden (die Belichtung erfolgte mittels einer elektrischen Glühlampe von 500 Watt Leistung, wobei das Licht durch einen grossen kurzbrennweitigen Kondensor auf der Probe konzentriert wurde). Dagegen zeigte die Potentialdifferenz zwischen

den Elektroden eine Sättigung schon bei viel kleineren Beleuchtungsintensitäten. Ausserdem nahm diese Stromstärke, wie übrigens auch die Potentialdifferenz, mit dem Felde streng proportional zu. Somit kann die Abhängigkeit der unter dem Einfluss der senkrecht zueinander gerichteten Faktoren Licht und magnetisches Feld entstehenden Stromstärke, von Lichtintensität L und Feldstärke H durch folgende einfache Gleichung ausgedrückt werden:

$$i = kLH, \qquad [1]$$

wo k eine Materialkonstante ist.

Demnach kann man im Voraus sagen, wie die Potentialdifferenz, gemessen mittels des Elektrometers, von der Lichtintensität abhängen sollte. Wenn man die vielfach erprobte ([2,3]) Gültigkeit des Ohmschen Gesetzes für den Photostrom in Kupferoxydul annimmt, so ist zur Erzeuguug des Stromes i die Potentialdifferenz:

$$V = \frac{i}{\sigma} \qquad [2]$$

notwendig, wo σ die Leitfähigkeit der Probe ist.

Die Leitfähigkeit der Probe setzt sich aber zusammen aus der „thermischen" Leitfähigkeit σ_0 und der Photokonduktivität σ_L, die der Lichtintensität proportional ist:

$$\sigma_L = \beta L.$$

Infolgedessen wird die Abhängigkeit der Potentialdifferenz von der Lichtintensität durch die Bedingung

$$i = V(\sigma_0 + \beta L)$$

bestimmt, d. h. die Potentialdifferenz selbst wird gleich:

$$V = \frac{kL}{\sigma_0 + \beta L}. \qquad [3]$$

Daraus folgt aber in voller Übereinstimmung mit dem Versuche, dass bei grossen Intenstitäten L (im Grenzfalle $L = \infty$):

$$V = \frac{k}{\beta} = \text{const}$$

ist, d. h. eine Sättigung beobachtet werden muss.

Zwecks Nachprüfung dieser Betrachtungen wurden die folgenden Versuche ausgefürt.

Die Probe wurde mit monochromatischem Licht belichtet (das weisse Licht passierte ein blaues Filter mit einer scharfen Durchlässigkeitsbande bei 465 mμ) und ausserdem von der entgegengesetzten Seite mit rotem Licht, welches, wie erwähnt, keinen Effekt im magnetischen Felde auslöst und dessen Rolle sich darauf beschränkte, irgend eine merkliche, konstante Komponente σ_0 zu liefern. Dabei wurde die Intensität des blauen Lichtes variiert und die Abhängigkeit der sich ergebenden Potentialdifferenz V (mit dem Elektrometer) gemessen.

Die Resultate bestätigten vollends die Gültigkeit von [3].

Ausserdem wurde die Potentialdifferenz V bei einer gegebenen Intensität des blauen Lichtes, aber bei verschiedenen Intensitäten des roten Lichtes gemessen, wenn also $\sigma_0 = \beta_1 L_{\text{rot}}$ und i und σ_L konstant waren.

Hier folgt aus Formel [2]

$$V = \frac{i}{\sigma} = \frac{\text{const}}{\beta_1 L_{\text{rot}} + \text{const}}.$$

Die erhaltenen Resultate haben auch diesen Ausdruck vollauf bestätigt. Aus diesen Überlegungen folgt übrigens, dass die zusätzliche Belichtung der Probe mit rotem Licht auf die Stromstärke i keinen Einfluss haben sollte, was auch im Versuch bekräftigt wurde. Somit ergibt sich die beobachtete Abhängigkeit der gemessenen Potentialdifferenz direkt aus der Tatsache, dass die Stromstärke i linear von der Beleuchtungsintensität abhängt, was im allgemeinen für jedweden Photoeffekt selbstverständlich ist.

Daraus lassen sich zurzeit noch keine eindeutigen Schlussfolgerungen ziehen hinsichtlich der elektromotorischen Kraft selber, die die gemessene Potentialdifferenz hervorruft. Über deren Ursprung und Abhängigkeit von der Lichtintensität kann man vorläufig nur diese oder jene, mehr oder minder wahrscheinlichen Annahmen machen, bei denen wir uns hier nicht aufhalten wollen.

Eine eingehendere Beschreibung der Versuche, sowie Betrachtungen zur Erklärung der Natur des gefundenen neuen Effektes gedenken wir demnächst anderwärtig zu veröffentlichen.

Physikalisch-technisches Institut des Urals.

Eingegangen
d. 25. I. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] Nature. 131, 725, 1933. [2] B. Schönwald. Ann. d. Phys., 15, 395, 1932. [3] I. Kikoin and M. Noskov. Sow. Phys.

ФИЗИКА

Д. БЛОХИНЦЕВ

К ТЕОРИИ ФОСФОРЕСЦЕНЦИИ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 11 III 1934)

Среди многообразных явлений фосфоресценции особую область образует фосфоресценция ленардовских фосфоров, свечение которых согласно современным представлениям связано с рекомбинацией, следующей за первичным фотоэффектом [1]. Однако по сию пору не существует толкования причин, обуславливающих большой (при абсолютном нуле практически бесконечно большой) промежуток времени, протекающий между этими двумя процессами. В настоящей работе дается попытка объяснения этого явления на основе квантово-механических представлений о движении электрона в кристаллической решетке.

Предварительно обсудим возможность локализации электрона в кристаллической решетке. Известно [2], что в идеальной кристаллической решетке электрон не может быть локализован. Если в состоянии ψ_n электрон находится у n-го атома решетки, то электронная волна, распространяющаяся в кристалле, представится посредством определенной линейной комбинации состояний ψ_n:

$$\psi = \sum_{(n)} C(n) \cdot \psi_n. \qquad [1]$$

Совершенно аналогичным образом можно говорить о „спиновых“ волнах (3), если ψ_n означает состояние с определенной ориентацией спина, или о волнах „возбуждения“ (4), если ψ_n означает возбуждение n-го атома. Во всех этих и подобных случаях волнообразному распространению состояния отвечает волновая функция ψ вида [1] с

$$C(n) = e^{i\frac{\xi}{a}\cdot n\cdot a}, \qquad [2]$$

где $\frac{\xi}{a}$ есть волновое число, а a постоянная решетки (простоты ради мы рассматриваем здесь лишь одномерный случай). В каждой дозволенной зоне спектра энергии, энергия электрона равна:

$$\varepsilon = \alpha + 2\beta\cdot\cos\xi, \qquad [3]$$

где α энергия взаимодействия атомов, а β тот матричный элемент, который отвечает переносу состояния ψ_n от n-го атома к его соседям.

В конечном кристалле совершенная периодичность решетки нарушается границей кристалла. Тамм (5) показал, что благодаря этому становятся возможными некоторые определенные состояния, которые отвечают локализации электрона у поверхности кристалла и энергия которых попадает в „запрещенные“ части энергетического спектра идеального кристалла.

Однако нетрудно показать, что такие „локальные“ состояния могут образовываться не только на поверхности (например, на поверхностях внутренних трещинок). Простое вычисление, которое мы здесь опускаем, показывает, что всякая местная деформация решетки при определенных условиях может вести к образованию локальных состояний. И это имеет место не только в случае электронных волн, но и в случае распространения состояний спина или возбуждения. Если обозначить через α' и β' значения α и β для деформированной решетки, то условие образования локальных уровней получается в следующем виде: или $\alpha' + 2\beta' < \alpha + 2\beta$, если $\beta < 0$, или $\alpha' + 2\beta' > \alpha + 2\beta$, если $\beta > 0$. Если это условие выполнено, то возникает локальное состояние с энергией:

$$\varepsilon = \alpha + 2\beta\cdot\cos\mathrm{h}\,\mu, \qquad [4]$$

где μ некоторое число, определяемое родом деформации. Так как $\cos\mathrm{h}\,\mu > 1$, то энергия локального состояния всегда лежит в запрещенной зоне. Волновая функция этого состояния определяется уже не через [2], а через:

$$C(n) = e^{-\mu(n-n_0)}, \qquad [5]$$

причем n_0 означает узел решетки, лежащий в центре деформации. Зональное состояние с энергией [3] при этом сохраняется, но теперь оно представляется не бегущими волнами [2], а падающими и отраженными от области деформации (рассеяние волн).

Мы возвращаемся теперь к Ленардовским фосфорам. Как известно, они образуются добавлением в незначительном количестве (концентрация 10^{-4}—10^{-6}) вызывающего фосфоресценцию чужого вещества к гетерополярным кристаллам. Это чужое вещество является обычно тяжелым металлом.

При современном состоянии наших знаний о процессах абсорпции, было бы трудно, без специальных допущений, указать точный механизм.

абсорпции в фосфорах. Однако исследования поглощения в гетерополярных кристаллах Хильша и Поля ([6]) и в особенности работа Баха и Бонхёфера ([7]) показывают, что он должен заключаться в переходе электрона от аниона (например S'') к катиону (например иону чужого металла) так, что образуется пара нейтральных атомов (или пара ионов с уменьшенным зарядом в случае многовалентных ионов). Исходное состояние кристалла естественно невырождено, напротив, конечное состояние вырождено, так как нейтрализованный анион может быть различным образом приписан к узлам решетки так, что можно говорить о волне „нейтрализации". Поскольку отсутствие электрона в замкнутой электронной оболочке эквивалентно наличию положительного электрона („дверка"), то эту же волну можно понимать, как электронную волну с положительным зарядом. Возникновение этой волны при первичной абсорпции отвечает появлению фотоэлектрической проводимости.

Деформации, вызванные вкрапленными в кристалл атомами, могут, однако, вести к образованию локальных состояний. Если энергия этих локальных состояний лежит ниже энергетической зоны, отвечающей волне (для этого должно быть $\beta < 0$), то возможен переход из состояния волны в локальное состояние с меньшей энергией. При этом локализация нейтрализованных ионов (металл и анион) в различных местах во много раз вероятней локализации их в одном и том же месте. Поэтому образуются центры двух родов: центры нейтрализованного металла и центры нейтрализованного аниона. Грубая оценка показывает, что при абсолютном нуле температуры время обратной рекомбинации локализованных таким образом состояний в $\sim 10^{15}$ раз превышает обычную продолжительность жизни электрона в возбужденном состоянии ($\sim 10^{-8}$ сек.). Таким образом, теория локальных состояний позволяет интерпретировать длительное сохранение энергии возбуждения в фосфорах как результат локализации фото-электрона и места для него („дырки") в различных пространственно-разделенных точках кристалла.

Независимо от механизма рекомбинации процесс высвечивания должен протекать по закону бимолекулярной реакции. Если через N обозначить число возбужденных центров одного рода, а через k вероятность рекомбинации, то

$$\frac{dN}{dt} = -kN^2 = -\frac{k}{(kt + N_0)^2}.$$

Этот закон высвечивания был найден в нашем институте В. Левшиным и В. Антоновым-Романовским при исследовании больших кристаллов фосфоров.*

Построение полной теории фосфоресценции требует еще подробного исследования процессов абсорпции света и превращения световой энергии в тепловую, теоретически далеко еще неразработанных ([8]).

Изложенная теория локальных состояний может также послужить исходным пунктом для углубления и развития теории скрытого изображения и явлений окрашивания ([9]).

Физический институт
Московского государственного
университета.

Поступило
11 III 1934.

---

* Эта работа еще не опубликована.

PHYSIK

ZUR THEORIE DER PHOSPHORESZENZ

Von D. BLOCHINCEV

(*Vorgelegt von S. Wawilov, Mitglied der Akademie, d. 11. III. 1934*)

In der Mannigfaltigkeit der Phosphoreszenzerscheinungen bildet die Phosphoreszenz der sogennanten Lenardschen Phosphore ein besonderes Gebiet. Das Nachleuchten dieser Phosphore ist nach den heutigen Anschauungen mit der Rekombination, die auf den primären Photoeffekt folgt, verbunden (1). Doch fehlt noch die theoretiche Deutung der Ursachen, welche die grosse (beim abs. Nullpunkt praktisch unendlich grosse) zwischen diesen zwei Vorgängen verstreichende Zeitstrecke bedingen. In dieser Notiz soll versucht werden, diese Erscheinung auf Grund der quantenmechanischen Vorstellungen über die Bewegung der Elektronen im Kristallgitter zu deuten.

Vorerst müssen wir aber noch die Lokalisierungsmöglichkeiten des Elektrons in sinem Kristallgitter erörtern. Es ist bekannt (2), dass das Elektron in einem idealen Kristallgitter überhaupt nicht lokalisiert werden kann. Befindet sich das Elektron in dem mit ψ_n bezeichneten Zustande bei dem n-ten Atom des Gitters, so wird eine im Kristall fortschreitende Elektronenwelle durch eine bestimmte lineare Kombination der Zustände ψ_n dargestellt:

$$\psi = \sum_{(n)} C(n)\psi_n. \qquad [1]$$

In ganz analoger Weise kann man auch, falls ψ_n den Zustand mit bestimmter Spinorientierung darstellt, von „Spinwellen" sprechen (3), oder falls ψ_n den Erregung des n-ten Atoms entspricht, — von „Erregungswellen" (4). In allen diesen und ähnlichen Fällen entspricht der wellenartigen Verbreitung dieser Zustände im Gitter eine Funktion ψ von der Form [1] mit

$$C(n) = e^{i\frac{\xi}{a}\cdot n\cdot a}, \qquad [2]$$

wo $\frac{\xi}{a}$ die Wellenzahl ist und a die Gitterkonstante (der Einfachheit halber betrachten wir hier den eindimensionalen Fall). In jeder erlaubten Zone des Energiespektrums ist dabei die Elektronenenergie:

$$\varepsilon = \alpha + 2\beta \cdot \cos\xi, \qquad [3]$$

wo α die Energie der Wechselwirkung der Atome bedeutet und β dasjenige Matrixelement, das der Übertragung des Zustandes ψ_n vom n-ten Atom auf seinen Nachbarn entspricht.

In einem endlichen Kristall wird aber die vollkommene Periodizität des Gitters durch die Begrenzung des Kristalls aufgehoben. Tamm (5) hat gezeigt, dass dadurch bestimmte Zustände ermöglicht werden, die der Bindung des Elektrons an der Kristalloberfläche entsprechen und deren Energie in die „verbotenen" Teile des Energiespektrums des idealen Kristalls fallen.

Es ist aber leicht zu zeigen, dass solche „lokale" Zustände nicht nur an der Oberfläche (insbesondere an inneren mikroskopischen Spalten)

möglich sind. Eine einfache Rechnung, die wir hier unterlassen, lehrt, dass jede lokale Deformation des Gitters bei bestimmten Bedingungen zur Bildung lokaler Zustände führen kann. Und zwar trifft dieses nicht nur im Falle der Bewegung des Elektrons zu, sondern auch im Falle der Verbreitung von Spin- oder Erregungszuständen. Bezeichnet man mit α' und β' die Werte von α und β, die dem deformierten Gitter entsprechen, so findet man für die Ausbildung lokaler Zustände am Deformationsorte folgende Bedingungen: entweder $\alpha' + 2\beta' < \alpha + 2\beta$, wenn $\beta < 0$ oder $\alpha' + 2\beta' > \alpha + 2\beta$, wenn $\beta > 0$. Ist diese Bedingung erfüllt, so entsteht ein lokaler Zustand mit der Energie:

$$\varepsilon = \alpha + 2\beta \cdot \cos h\, \mu, \qquad [4]$$

die Zahl μ durch die Art der Deformation bestimmt ist. Da $\cos h\, \mu > 1$ ist, so liegt die Energie der lokalen Zustandes immer in der verbotenen Zone. Die Wellenfunktion dieses Zustandes wird nicht durch [2] sondern durch

$$C(n) = e^{-\mu (n - n_0)} \qquad [5]$$

bestimmt, wobei n_0 den Gitterpunkt am Deformationsorte bezeichnet. Die zonalen Zustände mit der Energie [3] bleiben dabei bestehen, aber jetzt sind sie nicht durch die laufenden Wellen [2], sondern durch einfallende und vom Deformationsorte reflektierte Wellen dargestellt (Zerstreuung der Wellen).

Wir kommen jetzt auf die Phosphore zurück. Selbige werden bekanntlich durch Beimischung in geringen Mengen (Konzentration 10^{-4} bis 10^{-6}) eines Phosphoreszenzerzeugenden Fremdstoffes zu einem heteropolaren Kristall gebildet. Der Fremdstoff ist gewöhnlich ein schweres Metall. Beim gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis von den Absorptionsvorgängen wäre es schwierig, ohne spezielle Annahmen einen genaueren Mechanismus der Absorption in Phosphoren anzugeben. Die Untersuchungen von R. Hilsch und R. Pohl [6] und insbesondere von Bach und Bonhöffer [7] über die Lichtabsorption in heteropolaren Kristallen zeigen aber, dass dieser Mechanismus in einem Elektronenübergang von Anion (z. B. S'') zu Kation (z. B. zum Ion des Fremdatoms) bestehen muss, so dass ein Paar von neutralen Atomen (oder ein Ionenpaar mit verminderten Ladungen im Falle mehrwertiger Ionen) gebildet wird. Der Ausgangszustand des Kristalls ist natürlich nicht entartet, der Endzustand dagegen ist entartet, weil der neutralisierte Anion im Kristalle auf verschiedene Weise lokalisiert werden kann so, dass hier von „Neutralisationswellen" die Rede sein kann. Da das Fehlen eines Elektrons in einer geschlossenen Schale („Lücke"), dem Vorhandensein eines positiven Elektrons gleichbedeutend ist, so kann man auch diese Welle als eine Elektronenwelle mit positiver Ladung auffassen. Das Zustandekommen dieser Welle bei primärer Lichtabsorption entspricht dem Erscheinen von photoelektrischer Leitfähigkeit.

Die Deformationen, die durch im Kristall verstreute fremde Atome hervorgerufen sind, können immerhin zur Ausbildung von lokalen Zuständen führen. Liegt dabei die Energie dieser lokalen Zustände niedriger als die der Welle entsprechende Energiezone (dafür muss $\beta < 0$ sein), so ist ein Elektronenübergang aus dem Wellenzustande in einem lokalen Zustand mit kleinerer Energie möglich. Dabei ist eine Lokalisation der neutralisierten Ionen am verschiedenen Stellen des Gitters viel wahrscheinlicher als durchweg im Gebiete einer und derselben Deformation. Daher entstehen

auch Zentren von zwei verschiedenen Arten: Zentren von neutralisiertem Metall und Zentren von neutralisiertem Anion.

Eine grob angenäherte Abschätzung ergibt, dass bei gewöhnlichen Konzentrationen der fremden Atome und beim abs. Nullpunkt die mittlere Rekombinationzeit der so lokalisierten neutralen Atome ungefähr ein 10^{15}-faches von der gewöhlichen Lebensdauer des Elektrons in erregtem Zustande (10^{-8}sec.) beträgt.

So ist denn die andauernde Erhaltung der Erregungsenergie in Lenardschen Phosphoren, nach der Theorie der lokalen Zustände, eine Folge der Lokalisation des Photoelektrons und der ihm zufallenden Plätze („Lücken") in verschiedenen räumlich getrennten Gebieten des Kristalls.

Unabhängig vom speziellen Mechanismus der Rekombination, muss der Prozess des dauernden Nachleuchtens nach dem Gesetze der bimolekularen Reaktion ablaufen. Bezeichnen wir nämlich die Zahl der erregten Zentren von der einen Art mit N und die Rekombinationswahrscheinlichkeit mit k, so ergibt eine einfache Rechnung:

$$\frac{dN}{at} = -kN^2 = -\frac{k}{(kt + N_0)^2}.$$

Diese hyperbolische Abklingungsformel wurde im hiesigen Institut von V. Levšin und V. Antonov-Romanovskij* bei Untersuchung des Ausleuchtens grösserer Kristalle von Phosphoren aufgestellt.

Für den Aufbau einer vollständigen Theorie der Phosphoreszenz ist noch eingehende Untersuchung der Lichtabsorptionsprozesse und der Umwandlungen von Lichtenergie in Wärme erforderlich. Bisher bietet dieses Erscheinungsgebiet für die theoretische Betrachtung grosse Schwierigkeiten ([8]).

Die hier entwickelte Theorie der lokalen Zustände könnte auch weiterhin für eine eingehendere Ausbildung der Theorie des latenten Bildes und der Verfärbungserscheinungen sich nutzbar erweisen ([9]).

Physikalisches Forschungsinstitut
der Universität Moskau.

Eingegangen
d. 11. III. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] Lenard u. Tomaschek. Phosphoreszenz-Fluoreszenz. Handb. der Exper.-Physik, Bd. XXIII, T. 1. — Pringsheim. Fluoreszenz und Phosphoreszenz u. s. w. 1928, Berlin. [2] F. Bloch. Z. für Phys., **52**, 555, 1928. [3] F. Bloch. Z. für Phys., **61**, 206, 1930. [4] I. Frenkel. Phys. Rev., **37**, 17. 1931; **37**, 1276, 1931. — R. Peierls. Ann. d. Phys., **13**, 905, 1932. [5] Ig. Tamm. Phys. Z. d. Sowjetunion, **1**, 733, 1932. [6] R. Hilsch u. R. Pohl. Z. für Phys., **64**, 606, 1930; **68**, 721, 1931. [7] F. Bach u. Bonhöffer. Z. für phys. Chemie, **233**, H. 3-4, 1933. [8] R. Peierls. Ann. d. Phys., **13**, 905, 1932. [9] R. Gurney. Proc. Roy. Soc. (A), vol. **141**, p. 209, 1933.

* Zurzeit noch nicht veröffentlicht.

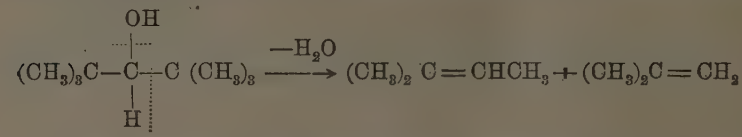
ХИМИЯ

И. Н. НАЗАРОВ

ДЕГИДРАТАЦИЯ ТРЕТИЧНО-БУТИЛ-ТРЕТИЧНО-ГЕПТИЛ-КАРБИНОЛОВ

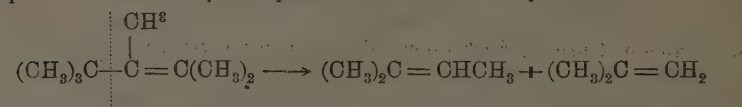
(*Представлено академиком А. Е. Фаворским 13 III 1934*)

В недавно появившейся работе Уитмор и Стали (1) показали, что при дегидратации ди-третично-бутил-карбинола, наряду с образованием ноненов, происходит разрыв молекулы, при котором возникает триметил-этилен и изобутилен:



$$(CH_3)_3C-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}-C(CH_3)_3 \xrightarrow{-H_2O} (CH_3)_2C=CHCH_3 + (CH_3)_2C=CH_2 \qquad [I]$$

При действии дегидратирующих реагентов (1-хлор-4-нафталин-сульфокислоты) при 180° и сами ноненны расщепляются, согласно указанным авторам, также на триметилэтилен и изобутилен. Это расщепление указывает на присутствие в ноненах триметил-третично-бутил-этилена, расщепление которого происходило бы по следующей схеме:



$$(CH_3)_3C-\underset{|}{\overset{CH^{\varepsilon}}{C}}=C(CH_3)_2 \longrightarrow (CH_3)_2C=CHCH_3 + (CH_3)_2C=CH_2 \qquad [II]$$

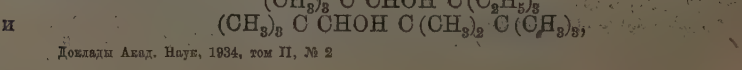
Расщепление молекулы ди-третично-бутил-карбинола мы также наблюдали при дегидратации его с безводной щавелевой кислотой, но работа еще не была окончена, когда появилось сообщение американских исследователей, и она была оставлена.

В то время как по данным Уитмора и Стали расщепление ди-третично-бутил-карбинола (с помощью 1-хлор-4-нафталин-сульфокислоты) происходит только при 180°, ниже же этой температуры идет нормальная дегидратация с образованием ноненов, по нашим наблюдениям с безводной щавелевой кислотой это расщепление происходит уже при 120—130°.

До сих пор расщепление ди-третично-бутил-карбинола при дегидратации оставалось пока единственным случаем и оно должно быть связано с наличием в молекуле карбинола легко диссоциируемых двух третичных радикалов.

Изучая жирные и жирно-ароматические металлкетилы, нам удалось показать (2), что третичные алкилы обладают сравнительно большой способностью повышать диссоциацию в свободные радикалы, причем диссоциирующее влияние третичного гептила $(C_2H_5)_3C$ значительно превышает таковое третичного бутила. Наряду с повышенной способностью третичных радикалов к насыщению сродства соседнего углерода, связь третичных углеродов, в то же время, наиболее легко подвергается расщеплению и диссоциации.

С указанной точки зрения нам представлялось интересным изучить дегидратацию двух третично-бутил-третично-гептил-карбинолов, имеющих следующее строение:



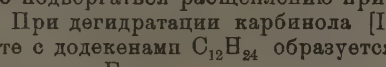
$$(CH_3)_3C\,CHOH\,C(C_2H_5)_3 \qquad [III]$$

и

$$(CH_3)_3C\,CHOH\,C(CH_3)_2\,C(CH_3)_3, \qquad [IV]$$

и посмотреть которые из третично-углеродных связей будут наиболее легко подвергаться расщеплению при этой дегидратации.

При дегидратации карбинола [III] безводной щавелевой кислотой, вместе с додекенами $C_{12}H_{24}$ образуется 1, метил-2, 2-диэтилэтилен и триметилэтилен. Его расщепление, таким образом, происходит по месту связи третичного гептила:



$$(CH_3)_3\,C{-}C(OH)H{-}C(C_2H_5)_3 \xrightarrow{-H_2O} (C_2H_5)_2\,C{=}CHCH_3 + (CH_3)_2\,C{=}CHCH_3. \quad [V]$$

Несмотря на большую способность третичного гептила к насыщению сродства соседнего углерода, его связь все же оказывается более рыхлой, чем связь третичного бутила.

Карбинол [IV] при дегидратации в тех же условиях совершенно неожиданно не подвергается расщеплению, а дает исключительно додекены общей формулы $C_{12}H_{24}$. Так как этот карбинол получался восстановлением пентаметил-третично-бутил-ацетона, возникающего при гидролизе пинаколин-пинаколята (3), то можно было также ожидать, что при его дегидратации будет иметь место ретропинаколиновая перегруппировка с образованием симметричного диметил-ди-третично-бутил-этилена. Но константировать этот этилен нам все же не удалось. Додекены, возникающие при дегидратации обеих карбинолов, представляют собою, повидимому, сложные смеси, разобраться в строении которых, работая сравнительно с небольшими количествами, нам не удалось.

ОПИСАНИЕ ОПЫТОВ

Дегидратация 2,2-метил-4,4-диэтил-гептанол(3)'а [III]

Триэтилпинаколин, из которого готовился этот карбинол, получался этилированием пинаколина с помощью амида натрия и иодистого этила по Халлеру и Бауеру (4).

Введение первых двух этилов в молекулу пинаколина происходит легко, в эфирном растворе и почти количественно. При этом первое и второе этилирование могут производиться в один прием, одно за другим, не подвергая реакционную смесь раздельной обработке. Введение третьего этила происходит значительно труднее — реакция проводилась в бензольном растворе при нагревании до кипения растворителя и никогда не доходила до конца. Максимальный выход кетона при третьем этилировании был 40—50%.

Восстановление триэтилпинаколина производилось металлическим натрием в этиловом алкоголе. Полученный карбинол имел температуру кипения 225—228°. Это бесцветная жидкость с резким камфарным запахом, $d_4^{15} = 0.8813$.

При сожжении 0.2051 г вещества дали 0.5853 г CO_2 и 0.2528 г H_2O

C найдено	% 77.83;	вычислено для $C_{12}H_{26}O$ — 77.42
H „	% 13.8;	„ 13.98

Дегидратация производилась в обыкновенной колбе Кляйзена. В одном опыте было взято 20 г карбинола, 32 г мелко истолченной безводной щавелевой кислоты и эта смесь постепенно нагревалась на сплаве Вуда. При температуре сплава 140° щавелевая кислота расплавилась, и масса начала закипать с выделением воды. Перегонка происходила при 90—99°, температура сплава во время перегонки держалась при 140—160°.

Дегидратация производилась медленно и продолжалась около 3 часов. Под конец реакции температура сплава поднималась до 200°. Дестиллят разделялся почти на равные два слоя. Углеводороды после удаления водного слоя промывались раствором соды и сушились хлористым кальцием.

В результате фракционировки их над натрием было получено:

Триметилэтилена с температурой кипения 38—50° . . . . . 0.5 г
1, метил-2, 2-диэтилэтилена с температурой кипения 96—100° . . . . 2 „
Додекенов с температурой кипения 180—189° . . . . . 9 „

Анализы триметилэтилена не производились в виду затруднения очистить его от примеси 1, метил-2, 2-диэтилэтилена, имея столь незначительное количество (по литературным данным он кипит при 38°).

При сожжении 1, метил-2,2-диэтилэтилена 0.1033 г дали 0.3254 г CO_2 и 0.1308 г H_2O

С найдено % 85.91; вычислено для C_7H_{14}—85.71
H „ % 14.16; „ 14.29

При определении молекулярного веса 0.0698 г в 10.88 г бензола дали понижение 0.330°;

M найдено 100. вычислено для C_7H_{14}—98

Удельный вес 1, метил-2,2-диэтилэтилена был найден d_4^{15} — 0.7290 (по литературным данным его температура кипения 97—98°; d_4^{15} — 0.7254).

1, метил-2 2-диэтилэтилен был идентифицирован через нитрозохлорид.

Полученный по методу Шмидта (5) с помощью свежеприготовленного изоамилнитрита он плавился при 72—74°.

Этот же нитрозохлорид, полученный из 1, метил-2,2-диэтилэтилена (точка кипения 95—98°), специально приготовленного дегидратацией триэтилкарбинола с помощью 30% серной кислоты в запаянной трубке при 120° (выход 80%), плавился при температуре 73.5—74°. Смешанная проба обоих нитрозохлоридов плавилась при 73—74°.

Реакция образования нитрозохлорида проходит гладко с выходом 60—70%.

При сожжении додекенов 0.1402 г дали 0.4381 г CO_2 и 0.1780 г H_2O.

С найдено % 85.22; вычислено для $C_{12}H_{24}$ — 85.71
H „ % 14.21 „ 14.29

При определении молекулярного веса 0.1256 г в 11.81 г бензола дали понижение 0.340°.

M найдено 160; вычислено для $C_{12}H_{24}$ — 168

Дегидратация 2, 2, 4-триметил-4-третично-бутил-пентанол (3)'а [IV].

Приготовление этого карбинола, его константы и бензоильное производное уже были нами описаны раньше (6).

Для дегидратации, в тех же условиях, что и при карбиноле [III], было взято 27 г спирта и 60 г щавелевой кислоты. Дегидратация началась при температуре 140° и длилась 4 часа. Температура перегонки 95—98°; под конец баня нагревалась до 155°. После обработки углеводородного слоя, как и в предыдущем, было получено 11 г додекенов с температурой кипения 170—183°. d_4^{15} — 0.7742.

При сожжении 0.1469 г дали 0.4617 г CO_2 и 0.1790 г H_2O.

С найдено % 85,73; вычислено для $C_{12}H_{24}$ — 85.71
H „ % 13.64 „ 14.29

При окислении этих додекенов уксусно-хромовой смесью и водным раствором перманганата не удалось констатировать пинаколина, который указывал бы на присутствие симметричного диметил-ди-третично-бутилэтилена.

Лаборатория органической химии Химического института
Ленинградского государственного университета.

Поступило
18 III 1934.

DEHYDRATION OF TERTIARY-BUTYL-TERTIARY-HEPTYL-CARBINOLS

By I. NAZAROV

(*Communicated by A. Favorskij, Member of the Academy, 13. III. 1934*)

Whitmore and Stahly (1) have shown in a recent paper that on the dehydration of di-tertiary-butyl-carbinol a breaking up of the molecule takes place together with the formation of nonenes, and it leads to the formation of trimethyl-ethylene and isobutylene:

$$(CH_3)_3\,C{-}\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}{-}C\,(CH_3)_3 \xrightarrow{-H_2O} (CH_3)_2\,C{=}CHCH_3 + (CH_3)_2\,C{=}CH_2 \qquad [I]$$

According to the researches of the above-mentioned authors the nonenes themselves are also split up into trimethyl-ethylene and isobutylene, under the influence of dehydrating reagents (1-chlorine-4-naphthalene-sulphoacid) at the temperature of 180°. This splitting is a proof of the presence in nonenes of trimethyl-tertiary-butyl-ethylene, the splitting of which would take place in accordance with the following scheme:

$$(CH_3)_3\,C{-}\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}{=}C\,(CH_3)_2 \longrightarrow (CH_3)_2\,C{=}CHCH_3 + (CH_3)_2\,C{=}CH_2 \qquad [II]$$

We have also observed the breaking up of a molecule of di-tertiary-butyl-carbinol on its dehydration with anhydrous oxalic acid, but our work had not been completed when the paper of the American investigators was published, and we therefore did not continue it.

While according to the data of Whitmore and Stahly the splitting up of di-tertiary-butyl-carbinol (with 1-chlorine-4-naphthalene-sulphoacid) takes place only at 180° and only normal dehydration with the formation of nonenes occurs at lower temperatures, — we have observed in our tests with anhydrous oxalic acid that this splitting takes place at 120—130°.

Up to now the splitting of di-tertiary-butyl-carbinol on dehydration has been a unique case and it must be connected with the presence in the carbinole molecule of two easily dissociated tertiary radicals.

While studying fatty and fatty-aromatic metal-ketyls we have been able to prove that tertiary alkyls have a relatively great capacity for heightening the dissociation into free radicals and that the dissociating effect of tertiary heptyl $(C_2H_5)_3\,C$ is considerably higher than that of tertiary butyl. Tertiary radicals have a heightened capacity for the saturation of the affinity of ihe neighbouring carbon and at the same time the bond of tertiary carbons is the one most easily subjected to splitting and dissociation.

From the above point of view we have found it of interest to study the dehydration of two tertiary-butyl-tertiary-heptyl carbinols having the following structure:

$$(CH_3)_3\,C\,CHOH\,C\,(C_2H_5)_3 \qquad [III]$$

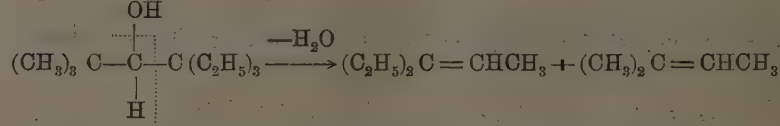
and

$$(CH_3)_3\,C\,CHOH\,C\,(CH_3)_2\,C\,(CH_3)_3 \qquad [IV]$$

We wished to see which of the tertiary carbon bonds would be the most easily split up by this dehydration.

On the dehydration of the carbinol [III] with anhydrous oxalic acid 1, methyl-2,2-diethylethylene and trimethylethylene is formed together with the dodecenes $C_{12}H_{24}$.

Its splitting thus occurs at the place of the bond of the tertiary heptyl:



Notwithstanding the great capacity of tertiary heptyl for the saturation of the affinity of the neighbouring carbon, its bond is weaker than that of tertiary butyl.

The carbinol [IV] quite unexpectedly does not break up when dehydrated under the same conditions, but yields exclusively dodecenes having the common formula $C_{12}H_{24}$. As this carbinol was obtained by the reduction of pentamethyl-tertiary-butyl-acetone which is formed at the hydrolysis of pinacoline-pinacolate ([3]), it could also be expected that a retropinacoline rearrangement with the formation of a symmetrical dimethyl-di-tertiary-butyl-ethylene would take place at the dehydration of this carbinol. But we have been unable to ascertain the presence of this ethylene. The dodecenes that are formed on the dehydration of both carbinols are apparently complex mixtures, the structure of which we were unable to ascertain, as we worked with comparatively small quantities.

EXPERIMENTAL

Dehydration of 2,2-Dimethyl-4,4-Diethyl-Heptanol (3) [III]

Triethylpinacoline, from which this carbinol was prepared, had been obtained by the ethylating of pinacoline with sodium amide and ethyl-iodide by the method of Haller and Bauer ([4]).

The first two ethyls are easily introduced into the molecule of pinacoline in an ether solution and nearly quantitatively. Tne first and second ethylations may be carried out one after the other, without separate treatments of the reaction mixture. The introduction of the third ethyl takes place with much greater difficulty, the reaction being effected in a benzene solution with the heating of the solvent to boiling point, and has never been completed. The maximum yield of ketone on the third ethylation was 40—50%.

The reduction of triethylpinacoline was effected by metallic sodium in ethyl alcohol. The boiling point of the resulting carbinol was 225—228°. Il is a colourless liquid with a strong odour of camphor, d_4^{15} — 0.8813. 0.2051 g of the substance yielded on burning 0.5853 g of CO_2 and 0.2528 g of H_2O.

C found % 77.83; calculated for $C_{12}H_{26}$ — 77.42
H found % 13.8; calculated — 13.98

The dehydration was effected in the usual Kleisen flask. In one test a mixture of 20 g of carbinol and 32 g of finely powdered anhydrous oxalic acid was gradually heated on Wood's alloy. When the alloy reached the temperature of 140°, the oxalic acid melted, and the mass began to boil, giving off water. The distillation took place at 90—99°, the tempera-

ture of the alloy being kept at 140—160°. The dehydration proceeded slowly and continued for about 3 hours. By the end of the reaction the temperature of the bath rose to 200°. The distillate was divided into two nearly equal layers. After the removal of the aqueous layer the hydrocarbons were washed with a solution of soda and dried with calcium chloride. The result of their fractionating over sodium was as follows:

0.5 g of trimethylethylene with boiling point 38—50°
2 g of 1, methyl-2,2-diethylethylene with boiling point 96—100°
9 g of dodecenes with boiling point 180—189°

No analysis of the trimethylethylene was made due to the difficulty of freeing such a small quantity from the admixture of 1, methyl-2,2-diethylethylene (according to literaty data it boils at 38°). 0.1033 g of 1, methyl 2,2 diethylethylene yielded on burning 0.3254 g of CO_2 and 0.1308 g of H_2O.

C found % 85.91; calculated for C_7H_{14}—85.71
H found % 14.16; calculated — 14.29

In determining the molecular weight, 0.0698 g in 10.88 g of benzene gave a lowering of 0.330°.

M found — 100, calculated for C_7H_{14} — 98

The specific gravity of 1, methyl-2,2-diethylethylene was found to be d_4^{15}—0.7290 (according to literary data its boiling point is 97—98°; d_4^{15}—0.7254).

1, methyl-2,2-diethylethylene was identified through nitrosochloride. When obtained according to Schmidt's method (3) by means of freshly prepared isoamylnitrite, it melted at 72—74°.

This nitrosochloride, obtained from 1, methyl-2,2-diethylethylene (boiling point 95—98°) which had been specially prepared by the dehydration of triethylcarbinol through the agency of 30% sulphuric acid in a sealed tube at 120° (yield 80%), melted at 73.5—74°. A mixture of both nitrosochlorides melted at 73—74°.

The reaction of the formation of nitrosochloride proceeds easily with a 60—70% yield. On the burning of dodecenes, 0.1402 g yielded 0.4381 g of CO_2 and 0.1780 g of H_2O.

C found % 85.22; calculated for $C_{12}H_{24}$ — 85.71;
H found % 14.21; calculated — 14.29

At the molecular weight determination, 0.1256 g in 11.81 g of benzene gave a lowering of 0.340°.

M found — 160; calculated for $C_{12}H_{24}$ — 168

Dehydration of 2, 2, 4-trimetyl-4-tertiary butyl-pentanol (3) [IV]

The preparation of this carbinol, its constants, and benzoyl derivative have already been described by us (6).

For dehydration in the same conditions as with the carbinol [III], 27 g of alcohol and 60 g of oxalic acid were taken. The dehydration began at the temperature of 140° and lasted 4 hours. The distillation temperature was 95—98°. At the end of the distillation the bath was heated up to 155°. After the treatment of the hydrocarbon layer as previously described, 11 g of dodecenes were obtained whose boiling point was 170—183°. d_4^{15}—0.7742.

On burning, 0.1469 g yielded 0.4618 g of CO_2 and 0.1790 g of H_2O.

C found % 85.73; calculated for $C_{12}H_{24}$ — 8.571
H found % 13.64; calculated — 14.29.

On the oxydation of these dodecenes by an acetic-chromic mixture and an aqueous solution of potassium permanganate, no pinacoline was found, which would have proved the presence of symmetrical dimethyl-ditertiary-butyl-ethylene.

Laboratory of Organic Chemistry of the Chemical Institute of the Leningrad State University.

Receiwed 13. III. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Whitmore and Stahly. J. Am. Chem. Soc., 55, 4153 (1933). [2] И. Н. Назаров. ДАН, № 3, 123 и № 6 (1934). I. Nazarov. C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, № 3, 123 et № 6 (1934). [3] А. Е. Фаворский и И. Н. Назаров. ИМЕН, № 9, 1325 (1933). A. Favorskij and I. Nazarov. BAS-MN, № 9, 1325 (1933). [4] Haller et Bauer. C. R., 150, 587. Idem. Ann. Ch. [8], 29, 327. [5] J. Schmidt. B., 35, 3730 (1902). [6] А. Е. Фаворский и И. Н. Назаров. ИМЕН, № 9, 1348—49 (1933). A. Favorskij and I. Nazarov. BAS-MN, № 9, 1348—49 (1933).

БИОЛОГИЯ

Р. И. БЕЛКИН

ЭТЮДЫ ПО РЕГЕНЕРАЦИИ У АМФИБИЙ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 27 I 1934*)

II. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ АКСОЛОТЛЕЙ

Влияние температуры на течение регенерационных процессов у различных животных отмечено еще Спаланцани, Тремблеем и Реомюром. По этим данным, животные, хорошо восстанавливающие утраченные части, при содержании в холодном помещении регенерируют медленно, а при переносе в теплое помещение процесс этот ускоряется. Рандольф (1), а затем Флекснер (2) сообщают, что высокая летняя температура действует на регенерацию планарий ускоряюще, а температура менее благоприятных времен года — задерживающе. Иянда (3) отмечает медленную регенерацию у червей зимой по сравнению с летним и весенним временем. Для некоторых животных установлены уже температурные границы, выше и ниже которых процесс регенерации прекращается; установлены также и оптимальные температуры, при которых регенерация идет наиболее быстро. Пибльс (4) наблюдала у пресноводных зеленых полипов наилучшую регенерацию при 26—27°, слабее при 28—30° и, чем выше, тем слабее. Барфурт (5) сообщает о скорой регенерации головастиков лягушек при 28° и почти полном ее отсутствии при 10°. Эллис (6) нашел, что при одинаковых других условиях регенерационная масса варьирует в направлении температуры. Элис, а также Лилли и Ноультон (7) отмечают, что верхняя температурная граница для регенерации близка к точке прекращения жизнедеятельности животных вообще.

Я наблюдал течение процесса регенерации у аксолотлей. После ампутации у них правой задней конечности на уровне половины бедра я содержал их при разных температурах, а именно: при 8.5°, 20°, 25° и 30° С. Остальные условия содержания и кормления были одинаковы. Регистрация растущих регенератов производилась мною по способу, предложенному Кабаком (8), условно разделившим процесс регенерации лапы аксолотля от регенерационной почки до выросших дифференцированных пальцев на 5 стадий. Мною получены следующие результаты:

1. При 20° аксолотли регенерировали ампутированную лапу в 60 дней, каковой срок следует признать средне-нормальным; через 90 дней регенерированная лапа достигла размеров 20.0 мм (контрольные лапки — 28 мм).

2. При 25° аксолотли регенерировали ампутированную лапу в 31 день; через 90 дней лапка достигла размеров 21.0 мм.

3. При 8.5° ампутированная лапка аксолотля начала регенерировать и через 90 дней достигла только 3-й стадии (появление просвечивающих при рассматривании на свет кровеносных сосудов и начало дифференциации сосудов соответственно пальцам). Размер ее — 5.0 мм.

4. При 30° ампутированная лапка аксолотля начала регенерировать и через 90 дней достигла 4-й стадии (появление бугорков соответственно дифференцирующимся пальцам); размер ее — 10.0 мм.

Наблюдения продолжаются.

Считаю возможным сделать следующие предварительные заключения:

А. Наиболее скоро идет регенерация лапки аксолотля при 25°, каковую температуру следует признать для аксолотлей оптимальной, в противоположность Шмальгаузену (9), считающему за оптимум 20°.

Б. При 8.5° регенерация возможна (в противоположность Барфурту), но она протекает крайне медленно. Эту температуру следует признать близкой к нижней температурной границе.

В. При 30° регенерация лапы хотя идет и скорее, чем при 8.5°, но во много раз медленнее, чем при средне-нормальной температуре в 20°. Эту температуру следует признать близкой к верхней температурной границе.

Г. Снижения функций регенерируемых конечностей при 30° я не наблюдал (в противоположность Шмальгаузену, при 23—27° не получавшему нормального запястья).

Разумеется, температура во всех этих случаях, как и у цитированных авторов, относится к неспецифическим факторам регенерации, являясь не причиной ее, а условием.

III. РЕГЕНЕРАЦИЯ ЧАСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ АКСОЛОТЛЕЙ, ИМПЛАНТИРОВАННЫХ В ХВОСТ

В целях дальнейшего исследования полярной потенции трансплантированных частей конечностей мною были произведены в разных сочетаниях авто- и гомотрансплантации у аксолотлей. Для пересадки я брал голень правой задней конечности аксолотля и освобождал ее от бедра и кисти. Пересаживаемая часть конечности для лучшего приживления освобождалась от кожи и вставлялась в мышцы хвоста в поперечно сделанное небольшое отверстие. Состояние наркоза продолжалось 12—18 часов, какового времени оказывалось достаточно для начала приживления, и в дальнейшем даже при резких движениях животного трансплантат не терялся. У всех моих 9 подопытных животных наступало приживление к месту пересадки, и обнаженные края трансплантированной части конечности с обеих сторон хвоста в течение 2—3 недель покрывались кожным покровом. В продолжение первых 2 месяцев со дня пересадки никаких следов регенерации пересаженных частей конечностей на новом месте не обнаруживалось, и я производил срезы поверхностных мягких покровов с обеих сторон. Мною получены следующие результаты:

1. В трех случаях концы имплантата после надрезов снова зарастали частью своей кожей, частью кожей хозяина (белый имплантат на черном носителе).

2. Голень черного аксолотля, имплантированная в хвост белому аксолотлю, через 130 дней на дистальном конце регенерировала недифференцированный отросток 3.5 мм длиной, наполовину белого, наполовину черного цвета. Проксимальная сторона заросла кожей хозяина.

3. В двух случаях автотрансплантации через 132 дня дистальная часть имплантата регенерировала хорошо развитую пятипальцевую кисть. Проксимальная часть регенерировала небольшой недифференцированный отросток с прощупываемой костью внутри.

4. Голени черных аксолотлей, имплантированные в хвост белым аксолотлям, через 80 дней на дистальной стороне регенирировали в одном случае черную кисть с четырьмя слабо дифференцированными пальцами, в другом случае черную кисть с четырьмя хорошо дифференцированными пальцами и в третьем случае черную кисть с пятью хорошо дифференцированными пальцами. В двух случаях на проксимальном конце возник небольшой бугорок белого цвета и в третьем случае черный недифференцированный отросток.

Регенераты сфотографированы, с прилежащими тканями ампутированы, зафиксированы и будут гистологически обследованы.

Предварительно можно заключить, что в благоприятных случаях регенерация имплантированной поперек в хвост части конечности может возникнуть только на дистальном конце.

Институт экспериментальной биологии
Иенского университета и Институт зоологии
Женевского университета.

Поступило
27 I 1934.

BIOLOGIE

STUDIEN ÜBER REGENERATION BEI AMPHIBIEN

Von R. BELKIN

(*Vorgelegt von A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 27. I. 1934*)

II. EINFLUSS DER TEMPERATUR AUF DIE REGENERATION BEI AXOLOTLEN

Der Einfluss der Temperatur auf den Verlauf der Regenerationsprozesse bei verschiedenen Tieren wurde schon von Spallanzani, Trembley und Réaumur verzeichnet. Nach deren Angaben verläuft die Regeneration bei Tieren mit guter Wiederherstellungsfähigkeit des eingebüssten Körperteile langsam, wenn sie sich in einem kalten Raume befinden; bei Versetzung in einen warmen Raum beschleunigt sich der Prozess. Randolph (1) und daraufhin Flexner (2), stellen fest, dass die hohe Sommertemperatur auf die Regeneration der Strudelwürmer in beschleunigender Weise wirkt, wogegen die Temperatur von minder günstigen Jahreszeiten eine hemmende Wirkung ausübt. Janda (3) verzeichnet eine langsame Regeneration bei Würmern im Winter, im Vergleich zur Sommer- und Frühjahrszeit. Für gewisse Tiere sind bereits Temperaturgrenzen festgestellt worden, deren Überschreitung nach oben wie nach unten, das Abbrechen des Regenerationsprozesses zur Folge hat; es wurden ebenfalls Optimaltemperaturen ermittelt, bei denen die Regeneration besonders rasch vor sich geht. Peebles (4) beobachtet bei grünen Süsswasserpolypen die allerbeste Regeneration bei 26—27°, eine schwächere bei 28—30°, und weiter je höher die Temperatur, desto schwächer die Regeneration. Barfurth (5) berichtet über eine rapide Regeneration der Kaulquappen bei 28° und über einen beinahe völligen Ausfall derselben bei 10°. Ellis (6) fand, dass bei Gleichheit der übrigen Bedingungen, die

Regenerationsmasse in gleicher Richtung mit der Temperatur variiert. Ellis, gleichwie Lillie und Knowlton (7) bemerken, dass die obere Temperaturgrenze für die Regeneration derjenigen, bei welcher die Lebenstätigkeit des tierischen Organismus überhaupt aufhört, nahekommt.

Ich beobachtete den Verlauf des Regenerationsprozesses bei Axolotlen. Nach erfolgter Amputation der rechten hinteren Extremität auf der Höhe des halben Oberschenkels, wurden sie in verschiedene Temperaturverhältnisse versetzt und zwar: ständig 8.5°, 20°, 25° und 30° C. Alle übrigen Bedingungen der Behandlung und Ernährung waren die gleichen. Das Registrieren der wachsenden Regenerate geschah nach dem von Kaback (8) vorgeschlagenen Verfahren welches den Regenerationsprozess der Pfote eines Axolotls von der Regenerationsknospe an bis zur Auswachsen differenzierter Zehen schematisch in 5 Stadien einteilt. Ich habe folgende Ergebnisse erzielt:

1. Bei 20° regenerierten Axolotle die amputierte Pfote in 60 Tagen, welcher Zeitraum als durchschnittlich normal anzuerkennen ist; nach Ablauf von 90 Tagen erreichte die regenerierte Pfote eine Länge von 20.0 mm (Vergleichspfötchen — 28 mm).

2. Bei 25° regenerierten Axolotle die amputierte Pfote in 31 Tagen; nach Ablauf von 90 Tagen erreichte selbige eine Länge von 21.0 mm.

3. Bei 8.5° begann die Regeneration des amputierten Axolotlpfötchens und erreichte nach 90 Tagen bloss das 3. Stadium (Entstehen von, wenn gegen eine Lichtquelle gehalten, durchscheinenden Blutgefässen und Beginn eines Diffenrenzierens der Gefässe, entsprechend den einzelnen Zehen). Länge 5.0 mm.

4. Bei 30° begann die Regeneration des amputierten Pfötchens und erreichte nach 90 Tagen das 4. Stadium (Auftreten von Erhabenheiten entsprechend den in Differenzierung begriffenen Zehen). Länge — 10.0 mm.

Die Beobachtungen werden fortgesetzt.

Ich halte es für möglich hieraus folgende vorläufige Schlüsse zu ziehen.

A. Am schnellsten verläuft die Regeneration des Pfötchens eines Axolotls bei 25°, welche Temperatur als die optimale für Axolotle anzunehmen ist [im Gegensatz zu Schmalhausen (9), welcher 20° als Optimum annimmt].

B. Bei 8.5° ist die Möglichkeit der Regeneration vorhanden (im Gegensatz zu Barfurth), jedoch verläuft selbige äusserst langsam. Diese Temperatur dürfte der unteren Temperaturgrenze nahe kommen.

C. Wenn die Regeneration der Pfote bei 30° auch schneller verläuft als bei 8.5°, so erfolgt sie doch um vielemal langsamer als bei der durchschnittlich-normalen Temperatur von 20°. Diese Temperatur sollte als der oberen Temperaturgrenze nahekommend angesehen werden.

D. Eine Herabsetzung der Funktionen bei den regenerierenden Extremitäten habe ich bei 30° nicht beobachtet (im Gegensatz zu Schmalhausen, der bei 23—27° ein normales Fussgelenk nicht erhielt).

Selbstverständlich, gehört die Temperatur in allen diesen Fällen, wie auch bei den angeführten Verfassern, zu den nicht spezifischen Faktoren der Regeneration, indem sie nicht als direkte Ursache, sondern bloss als Bedingung in Betracht kommt.

III. REGENERATION VON IN DEN SCHWANZ IMPLANTIERTEN EXTREMITÄTENTEILEN BEI AXOLOTLEN

Zur weiteren Untersuchung der Polarpotenz bei transplantierten Extremitätenteilen habe ich Auto- und Homotransplantationen in ver-

schiedenen Kombinationen an Axolotlen vorgenommen. Zur Ausführung der Transplantation nahm ich den Unterschenkel der hinteren rechten Extremität eines Axolotls und trennte ihn vom Oberschenkel und vom Fusse ab. Der zu verpflanzende Extremitätenteil wurde zwecks besseren Anwachsens abgehäutet und in einen quergerichteten Einschnitt in die Schwanzmuskeln eingefügt. Der Zustand der Narkose dauerte 12—18 Stunden, welcher Zeitraum sich für den Beginn des Anwachsens als genügend erwies, so dass weiterhin, sogar bei schroffen Bewegungen des Tieres, das Transplantat nicht verloren ging. Bei allen meinen 9 Versuchstieren trat das Anwachsen an der Verpflanzungsstelle ein, und die entblössten Ränder des verpflanzten Extremitätenteils wurden im Laufe von 2—3 Wochen beiderseitig von der Haut des Schwanzes überzogen. Während der ersten 2 Monate vom Tage der Transplantation an waren keinerlei Spuren von Regeneration der transplantierten Extremitätenteile zu verzeichnen und ich machte Schnitte der weichen Oberhaut von beiden Seiten.

Ich erhielt die nachfolgenden Ergebnisse:

1. In drei Fällen wurden die Enden des Transplantats, nach erfolgten Einschnitten, aufs neue zum Teil von der eigenen Haut, zu Teil von der Haut des Wirtes überwachsen (ein weisses Implantat auf schwarzem Träger).

2. Der in den Schwanz eines weissen Axolotls implantierte Unterschenkel eines schwarzen Axolotls regenerierte am distalen Ende nach 130 Tagen einen undifferenzierten Stumpf von 3.5 mm Länge, halbpart weiss und schwarz gefärbt. Die proximale Seite wurde von der Haut des Wirtes überwachsen.

3. Im zwei Autotransplantationsfällen regenerierte der distale Teil des Implantats nach 132 Tagen einen gut entwickelten Fuss mit fünf Zehen. Der proximale Teil regenerierte einen geringfügigen undifferenzierten Stumpf, der einen durchtastbaren Knochen enthielt.

4. Die in den Schwanz von weissen Axolotlen implantierten Unterschenkel von schwarzen Axolotlen regenerierten an der distalen Seite nach 80 Tagen in einem Falle einen schwarzen Fuss mit vier schwach differenzierten Zehen, in einem andern Falle — einen schwarzen Fuss mit vier gut differenzierten Zehen und in einem dritten Falle — einen schwarzen Fuss mit fünf gut differenzierten Zehen. In zwei Fällen erschien am proximalen Ende eine kleine Erhabenheit von weisser Farbe und im dritten Falle — ein schwarzer undifferenzierter Stumpf.

Die Regenerate wurden photographiert, mitsamt dem anliegenden Gewebe amputiert, fixiert, und sollen histologisch untersucht werden.

Vorläufig kann hieraus geschlossen werden, dass in günstigen Fällen die Regeneration eines quer in den Schwanz implantierten Extremitätenteils blos am distalen Ende eintreten kann.

Anstalt für experimentelle Biologie
der Universität Jena und Institut de Zoologie
de l'Université de Genève.

Eingegangen
d. 27. I. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] H. Randolph. Journ. of Morphol., 7, 1892. [2] S. Flexner. Journ. of Morphol., 14, 1898. [3] V. Janda. Roux'Archiv, 107, 1926. [4] F. Peebles. Zool. Bull., 2, 1899. [5] D. Barfurth. Ergebn. d. Anatom. u. Entwickel. [6] M. M. Ellis. Journ. of Exper. Zool., VII, 1909. [7] F. R. Lillie and F. P. Knowlton. Zool. Bull., 1, 1897. [8] Я. М. Кабак. Труды Московского зоопарка, VI, 1931. J. Kaback. Arbeiten des Moskauer zoologischen Parks, VI, 1931. [9] J. Schmalhausen. Roux'Archiv, 105, 1925.

Г. А. НАДСОН и Е. А. ШТЕРН

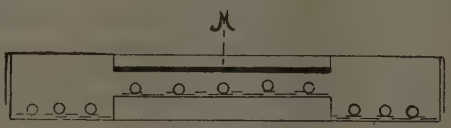
НОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НАД БИОЛОГИЧЕСКИМ ДЕЙСТВИЕМ МЕТАЛЛОВ НА РАССТОЯНИИ

В предыдущих наших работах (1) мы показали, что тонкие металлические диски (свинец, золото, платина и др.) могут влиять на развитие бактерий и дрожжей, действуя на расстоянии (1—2 мм), нигде не соприкасаясь с культурой непосредственно. Микроорганизмы под влиянием металлов частью погибают, частью задерживаются в своем развитии или изменяются в своих свойствах. Мы установили также, что действие металлов подчиняется особой закономерности: оно тем сильнее, чем выше атомный номер металла.

Сохраняя в основе ту же методику, для дальнейших исследований мы взяли другой объект: начинающие прорастать семена белой горчицы, *Sinapis alba*, с корешками не более 1—2 мм длиной. Вот постановка опыта. На дно чашки Петри (10 см диам.) кладется влажная фильтровальная бумага; на нее посредине помещается опрокинутая вверх дном маленькая чашка Петри (5 см диам.); на последнюю кладется кружок влажной фильтровальной бумаги, а на него прорастающие семена горчицы (фиг. 1). К крышке большой чашки Петри с внутренней ее стороны в центре прикрепляется металлический диск (5 см диам.). Когда чашка закрыта крышкой, диск приходится как раз над семенами на расстоянии 2—3 миллиметров от них, отнюдь не соприкасаясь с ними в течение всего опыта (фиг. 1, *M* — металлический диск). На дно большой чашки (вокруг малой) кладутся такие же семена, служащие дополнительным контролем. Через 3—4 дня (в большинстве опытов — 3 дня) крышка с металлом снимается, ростки измеряются и переносятся на свежую влажную фильтровальную бумагу для дальнейшего развития. Весь опыт ведется в темноте при обыкновенной комнатной температуре. Что касается до металлов, то в этой серии опытов мы применяли следующее: Al (0.55), Pt (0.03), Au (0.03), Pb (0.02), Pb (0.6) — в скобках показана толщина дисков в миллиметрах; для контроля служил бумажный (картонный) диск, 5 см диам., 0.8 мм толщиной, который в контрольной чашке помещался на место металлического диска над семенами на том же расстоянии от них, 2—3 мм. В некоторых (немногих) опытах для контроля служила стеклянная пластинка толщиной 0.77 мм. Разница в показаниях этих двух контролей была очень незначительна, но все-таки стеклянная пластинка немного больше задерживала развитие ростков по сравнению с бумагой. Всего было произведено 19 серий опытов.* Все они дали совершенно согласные между собой результаты и вполне подтвердили наши прежние основные выводы. Из большого цифрового материала приводим здесь лишь как пример данные трех опытов (№№ 5, 6, 7; в 5-м и 7-м металл действовал 3 дня, в 6-м 4 дня). На табличке показано следующее: длина ростков (корень + подсемядольное колено, далее

* Первые три ориентировочных опыта были произведены в „Лаборатории брожений“ (Service des Fermentations) Пастеровского института в Париже летом 1933 г. Выражаем нашу сердечную благодарность проф. Schoen'y за гостеприимство и содействие. Мы очень благодарны также N. T. Roukhelman за ее помощь при монтировке этих первых опытов. О результатах нами было доложено на общем собрании Академии Наук СССР 4 X 1933; предварительное сообщение напечатано в C. R., Paris, 1934 (2).

обозначаемое как стебель) в мм, притом — 1) тотчас по удалении металла, 2) без металла, спустя следующие 4—5 дней (*K* — контроль); рядом даны размеры (в мм) ростков дополнительного контроля, т. е. выросших на дне большой чашки Петри вокруг малой (фиг. 1); это обозначено на табличке так: (*K*) *K* — ростки вокруг картонного или стеклянного контроля, (Al) *K* — вокруг аллюминиевого диска и далее соответственно металлам — (Pt) *K*, (Au) *K*, (Pb) *K*. Толстый (0.6 мм) и тонкий (0.02 мм) свинцовые диски приведены отдельно. В № 5 контролем служила стеклянная пластинка над семенами, в №№ 6 и 7 — картонные диски.



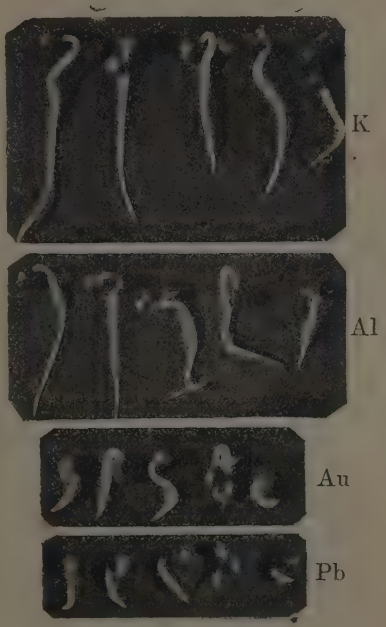
Фиг. 1. — Fig. 1.

№	Контроль Témoin	(*K*) *K*	Al	(Al) *K*	Pt	(Pt) *K*	Au	(Au) *K*	Pb (0.02)	[Pb (0.02)] *K*	Pb (0.6)	[Pb (0.6)] *K*
5	27.2	29.7	22.4	27.7	15.6	26.5	10.6	22.2	8.4	23.2	6.4	22.2
Спустя 5 дней	119.0	144.5	115.0	135.4	68.8	125.0	61.6	125.6	60.0	121.5	51.6	114.3
6	58.8	60.2	52.0	59.6	34.5	61.2	26.8	55.5	19.6	52.1	16.8	47.7
Спустя 4 дня	129.4	139.0	123.4	135.7	79.6	127.5	76.8	127.3	55.2	121.0	51.2	103.5
7	37.4	42.6	35.0	39.7	17.8	37.7	14.2	35.5	13.0	32.8	7.6	29.0
Спустя 4 дня	89.2	95.6	77.6	90.2	60.4	96.6	49.6	82.8	43.0	81.1	37.5	75.0

Приведенные цифровые данные показывают следующее. Ростки тем короче, и, стало быть, задерживающее рост влияние металлов тем сильнее, чем выше атомный или порядковый номер металла. По силе своего действия металлы (в скобках указан их атомный номер) располагаются в таком порядке: Pb (82) > Au (79) > Pt (78) > Al (13). Более толстый свинцовый диск (0.6 мм) действует несколько сильнее (но далеко не пропорционально), чем более тонкий (0.02 мм).

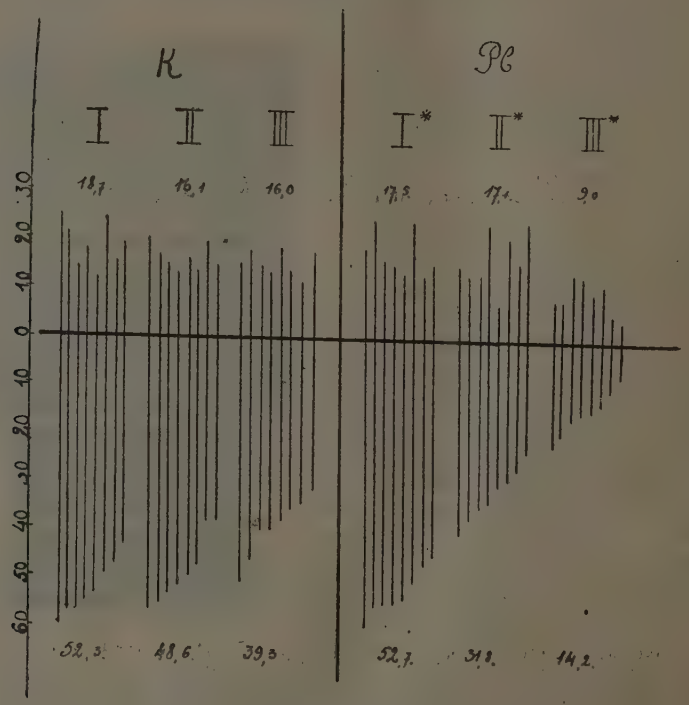
Приложенные фотографии (фиг. 2; *K* — контроль — картон, остальные — металлы) ясно показывают задержку прорастания семян различными металлами (3 дня действия). По удалении металлов ростки в своем дальнейшем развитии (в темноте на фильтровальной влажной бумаге) приближаются к контролю, не сравниваясь, однако, с ним вполне, и это отставание тем больше, чем больше было раньше угнетение металлом. Темп нарастания после снятия металла тем быстрее, чем больше было первоначально угнетение. Вот, например, данные из опыта № 5 (см. табл.). Отношение размера (длины) ростков тотчас после 3-дневного действия свинца к соответствую-

щему контролю (K) — $\frac{K}{Pb} = \frac{27.2}{6.4} = 4.2$, т. е. длина контроля в 4 раза превосходит длину ростка, бывшего под свинцом. Спустя 5 дней по удалении свинца, это отношение $\frac{K}{Pb} = \frac{119.0}{51.6} = 2.3$, т. е. длина контроля превосходит длину проростка, бывшего под свинцом, только в 2, 3 раза. Через 5 дней по удалении свинца контроль стал в 4.3 раза длиннее первоначальной величины $\left(\frac{119.0}{27.2} = 4.3\right)$, а бывший под свинцом росток в 8 раз $\left(\frac{51.6}{6.4} = 8.0\right)$, т. е. нарастание длины у него шло почти вдвое быстрее, чем у контроля (ускорение темпа). Металлы определенно сильнее задерживают развитие корня, чем стебля (подсемядольное колено); особенно резко это обнаруживает свинец. Уже на второй день опыта заметно его влияние. Кроме того, корень при этом образует меньше корневых волосков, а иногда становится уродливым или у него появляется некроз в поясе роста. В некоторых случаях мы наблюдали под влиянием свинцовых и золотых дисков полную гибель ростков или почернение едва начавших прорастать семян. Часто свинцовый диск задерживает развитие не только противолежащих семян, но его действие, его „сфера влияния“ (см. наши предыдущие работы 1932, 1933) шире, она распространяется за пределы диска на расстояние приблизительно 1 см. Вот один из опытов. Постановка сходна с вышеописанной. Взяты две чашки Петри (10 см). Против свинцового диска на влажной бумаге расположено 8 чуть прорастающих семян, рядом с ними, вокруг диска, на расстоянии около 1 см еще 8 семян и еще дальше у краев чашки еще 8 семян. В контрольной чашке такое же расположение семян, но диск бумажный (картонный). Через 4 дня диски удалены и еще через день была измерена (в мм) длина корней и длина стеблей (подсемядольное колено). На прилагаемой диаграмме (фиг. 3) выше широкой горизонтальной линии дана длина стеблей, ниже — корней. Всего в опыте было 6 групп ростков, в каждой по 8 (I—III, I*—III*). Для каждой группы дана вверху средняя длина стебля, внизу средняя длина корня; I—III — контрольная чашка с бумажным диском; I*—III* — опытная со свинцовым диском: I и I* — ростки у краев чашки, II и II* — ростки на расстоянии 1 см от дисков, III и III* — ростки против дисков. Рассматривая эту диаграмму, видим следующее. У краев обеих чашек, вдали от дисков, длина ростков (как стеблей, так и корней) весьма близка; для стеблей средние — 18.7 и 17.5, для корней — 52.3 и 52.7: на расстоянии 1 см от дисков, разница для корней уже гораздо больше (48.6 и 31.8), тогда как особой разницы в длине стеблей (16.1 и 17.1) нет. Задержка роста корня, несомненно, вызвана здесь соседством свинца (II* — „сфера влияния“



Фиг. 2. — Fig. 2.

свинца). Особенно же резко выступает разница у III и III*, т. е. ростков против бумажного (III) и ростков против свинцового диска (III*), причем ясно видно, насколько рост корня задерживается свинцом (свинец — 14.2, контроль — 39.3). Сравнивая величины III и I, мы видим, что под бумажным диском ростки тоже несколько короче (опять таки особенно корни), чем у краев чашки (ср. фиг. 3). Думаем, что это следует объяснить несколько бо́льшей влажностью у краев чашки.



Фиг. 3. — Fig. 3.

Итак, несомненно, металлы, действуя на расстоянии, могут угнетать развитие не только микробов, но и прорастающих семян, и это действие тем сильнее, чем выше атомный номер металла.

В то время как депрессивное влияние металлов не подлежит сомнению, все наши попытки обнаружить их возбуждающее, стимулирующее влияние на рост растений до сих пор не дали нам вполне определенных, ясных результатов. Мы варьировали расстояние металла от семян, но результаты получались колеблющиеся. Мы продолжаем работу в этом направлении. В связи с этим мы должны сделать здесь еще одно замечание. Когда в 1932 г. наши первые исследования были уже закончены и опубликованы (1), мы, благодаря любезности проф. V. Rivera, узнали из его письма, что еще в 1930 г. им были обнародованы наблюдения, указывающие на

то, что исходящие из свинца вторичные лучи действуют возбуждающе на рост различных семенных растений. Свинец находился на значительном расстоянии от растений. К этим наблюдениям V. Rivera мы еще вернемся в одной из следующих статей, чтобы подробнее и критически их рассмотреть.

Микробиологическая лаборатория
Гос. рентгенологического и радиологического института. Ленинград.

Поступило
7 III 1934.

MICROBIOLOGIE

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR L'ACTION BIOLOGIQUE DES MÉTAUX À DISTANCE

Par G. NADSON et E. STERN

Nous avons montré dans des publications antérieures (1) que des disques minces de métal (plomb, or, platine etc.) pouvaient exercer une influence sur le développment des bactéries et des levures en agissant sur ces microbes à une distance de 1 à 2 mm sans se trouver en contact direct avec la culture. L'action des métaux est d'autant plus intense que le numéro atomique en est plus élevé.

En conservant, quant au fond, la même méthode, nous remplâçames l'objet de nos recherches ultérieures par des graines de moutarde blanche (*Sinapis alba*) commençant à germer et possédant des racines de 1 à 2 mm au plus. Les expériences furent montées selon la description contenue dans notre communication préliminaire (2). Les graines en train de germer étaient placées sur un papier buvard humide dans une boîte de Petri; à une distance de 2 à 3 mm au-dessus de ces graines se trouvait un disque en métal (*M*), ainsi qu'il est indiqué à la fig. 1 dans le texte russe. Les expériences avaient lieu dans l'obscurité à la température de chambre ordinaire. En ce qui concerne les métaux, voici ceux que nous employâmes pour cette série d'expériences: Al (0.55), Pt (0.03), Au (0.03), Pb (0.02), Pb (0.6). Nous indiquons entre parenthèses l'épaisseur des disques en millimètres. Le témoin était un disque en papier (carton) de 5 cm de diam. et 0,8 mm d'épaisseur disposé, à la place du disque de métal, au-dessus des graines à la même distance de celles-ci, soit à 2—3 mm. Dans quelques expériences (peu nombreuses) on se servait comme témoin d'une plaque en verre de 0.77 mm d'épaisseur. La différence entre les indications fournies par ces deux genres de témoins était insignifiante. Nous exécutâmes en tout 19 séries d'expériences*, qui toutes, donnèrent des résultats entièrement concordants.

Les chiffres cités (dans le texte russe, p. 96) montrent ce qui suit. Les plantules sont d'autant plus courtes, resp. l'influence des métaux déprimant la croissance est d'autant plus forte, que le numéro atomique du métal est plus élevé. Selon l'intensité de leur influence, les métaux (dont le numéro

* Les trois premières expériences d'orientation furent exécutées en été 1933 à l'Institut Pasteur (Service des Fermentations) à Paris. Nous exprimons au Professeur Schoen notre vive reconnaissance pour l'hospitalité et le concours qu'il a bien voulu nous prêter Nous sommes également fort reconnaissants à N. T. Roukhelman pour avoir bien voulu nous aider au montage de ces essais. Un rapport sur les resultats obtenus a été fait par nous à la séance de l'Acad. des Sci. de l'URSS le 4.X.1933.

atomique est indiqué entre parenthèses) se rangent dans l'ordre suivant: Pb (82) > Au (79) > Pt (78) > Al (13). L'action du disque de plomb plus épais (0.6 mm) est un peu plus forte (tout en étant loin d'être proportionnée) que celle du disque plus mince (0.02 mm).

Les photographies ci-jointes (fig. 2, *K* — témoin — carton, les autres étant des métaux) démontrent clairement le retard apporté à la germination par l'influence de différents métaux pendant une durée de 3 jours. Les métaux ayant été éloignés, le développement ultérieur des plantules (sur papier humide dans l'obscurité) se rapproche du témoin, sans, toutefois, l'égaler complétement; ce retard est d'autant plus grand que la dépression avait été plus forte auparavant. Le tempo de la croissance après l'enlèvement du métal est d'autant plus rapide que la dépression avait été plus considérable à l'origine.

Les métaux retardent le développement de la racine plus fortement que celui de la tige (l'hypocotyle); cette différence apparaît avec une netteté particulière lorsqu'il s'agit du plomb. De plus, la racine forme moins de poils absorbants et devient parfois déformée, parfois la nécrose y apparaît dans la zone de la croissance. En certains cas nous avons pu constater que sous l'influence des disques de plomb et d'or les plantules périssaient totalement.

Souvent un disque de plomb retarde le développement non seulement des graines qui se trouvent exactement en face de lui, mais encore la „sphère de son influence" (v. nos travaux antérieurs) est plus large, elle s'étend au-delà des limites du disque à une distance d'environ 1 cm. Voici une de nos expériences, dont le montage est analogue à celui de l'essai décrit plus haut. Nous prenons deux boîtes de Petri (de 10 cm). En face d'un disque de plomb, nous plaçons sur un papier buvard humide 8 graines à peine en train de germer; à côté, autour du disque, à une distance d'environ 1 cm nous mettons encore 8 graines, et plus loin encore, près des bords de la boîte, 8 graines également. Dans la boîte-témoin les graines sont disposées de la même façon, mais le disque est en papier (carton). Dans 4 jours on enlève les disques et le lendemain on mesure (en mm) la longueur des racines et celle des tiges (hypocotyles) Le diagramme ci-joint (fig. 3), au-dessus de la large ligne horizontale, indique la longueur des tiges, et en-dessous celle des racines. Il y avait en tout 6 groupes de plantules, dont chacun contenait 8 plantules (I—III, I*—III*). Pour chaque groupe, le diagramme porte en haut l'indication de la longueur moyenne de la tige et en bas celle de la longueur moyenne de la racine. I—III: plantules de la boîte-témoin avec disque en papier; I*—III*: plantules de la boîte d'essai avec disque en plomb; I et I*: plantules près des bords de la boîte; II et II*: plantules à une distance de 1 cm des disques; III et III*: plantules en face des disques. En examinant le diagramme nous constatons ce qui suit. Près des bords des deux boîtes les longueurs de plantules (tant des tiges que des racines) se rapprochent de fort près; pour les tiges, les chiffres moyens sont de 18.7 et 17.5; pour les racines 52.3 et 52.7. A une distance de 1 cm des disques la différence, pour les racines, est déjà beaucoup plus grande (48.6 et 31.8), tandis que la longueur des tiges n'offre point de différence sensible (16.1 et 17.1). Le retard du développement de la racine est incontestablement causé par le voisinage du plomb (II* — „sphère d'influence" du plomb). On voit apparaître avec une netteté particulière la différence entre III et III*, c'est-à-dire entre les plantules en face du disque de papier (III) et celles qui sont en face du disque de plomb (III*), et l'on s'aperçoit clairement combien la croissance de la racine est déprimée par le plomb (plomb —

14.2, témoin — 39.3). En comparant les chiffres III et I nous constatons que les plantules sous le disque en papier sont également un peu plus courtes (et tout particulièrement leurs racines) que près des bords de la boite. Nous croyons pouvoir l'expliquer par le fait que le papier est plus humide près des bords de la boite.

De cette façon il est certain que les métaux, en agissant à distance, peuvent retarder non seulement le développement des microbes, mais encore celui des graines en train de germer; cette action est d'autant plus forte que le numéro atomique du métal est plus élevé.

Nous ajouterons encore que tandis que l'influence déprimante des métaux est hors de doute, aucune de nos tentatives de constater leur influence excitante (stimulante) sur la croissance des plantes n'a abouti à des résultats clairs et déterminés. Nous avons varié de diverses façons la distance entre le métal et les graines, mais les résultats obtenus jusqu'ici sont indécis; nous continuons, cependant, nos recherches dans ce sens. A ce propos, nous devons faire observer ce qui suit. Lorsqu'en 1932 nos premières recherches eurent déjà été terminées et publiées [1], nous apprîmes d'une lettre que M. V. Rivera avait eu la complaisance de nous adresser, qu'il avait déjà publié en 1930 [3] les résultats de ses observations qui donnaient lieu de croire que les rayons secondaires issus du plomb exerçaient une influence stimulante sur la croissance de diverses plantes supérieures. Dans ces expériences le plomb se trouvait à une distance considérable de ces plantes. Nous nous proposons de revenir à ces observations si intéressantes de M. Rivera dans un de nos prochains articles afin de les soumettre à un examen critique plus détaillé.

Laboratoire microbiologique de l'Institut de Roentgenologie et de Radiologie. Leningrad.

Manuscrit reçu le 7.III.1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА. — LITTÉRATURE CITÉE

[1] Г. А. Надсон и Е. А. Штерн. ДАН, 1932, 352. — G. A. Nadson et C. A. Stern. C. R., Paris, t. 194. 1932, 1597, 2229. — Zentralblatt f. Bakteriol., II, Bd. 88, 1933, 320. [2] G. A. Nadson et C. A. Stern. C. R., Paris, t. 198, 1934, № 3. [3] V. Rivera. Rivista di Biologia, vol. XII (1930), XIII (1931).

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

ЭЗРАС АСРАТЯН

ВЛИЯНИЕ ПОСТОРОННИХ И УСЛОВНЫХ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ НА БЕЗУСЛОВНЫЙ ПИЩЕВОЙ РЕФЛЕКС

(Представлено академиком И. П. Павловым 20 II 1934)

В своей экспериментальной работе по условным рефлексам я получил ряд данных, имеющих отношение к взаимодействию условных и безусловных пищевых рефлексов с иной стороны, чем изложенный в предыдущем

сообщении материал, именно: данные о влиянии посторонних и условных раздражителей на величину безусловного пищевого рефлекса. Следует сказать, что отдельные замечания и несистематические исследования в этом направлении имелись в литературе, вышедшей как из лаборатории акад. И. П. Павлова, так и из других лабораторий (из лабораторий проф. Фурсикова и проф. Фольборта). Объем данного сообщения лишает возможности делать обстоятельные критические замечания по этим данным; скажу только, что все они не охватили вопроса в целом, упустили массу существенных деталей и страдали недостатками методического порядка, что и привело, на мой взгляд, к некоторым неточным результатам.

Мою работу я выполнил на двух собаках: „Арч" и „Баш". В ряде опытов была установлена суммарная величина безусловного рефлекса на стандартную по величине и составу порцию пищи (12 и 35 г). Затем в следующих опытах испытывалось влияние различных раздражителей на ход и величину безусловного слюноотделительного рефлекса. Рефлекс измерялся по 15 секунд до полного затухания ($1^1/_2$—2 минуты).

Вариации делались следующего порядка: 1) положительные и отрицательные условные раздражители, а также посторонние раздражители, применялись в течение определенного отрезка времени, и непосредственно по их прекращении давалась стандартная порция пищи; 2) после прекращения действия названных раздражителей, стандартная порция пищи давалась не сейчас же, а через некоторую паузу времени; 3) эти раздражители действовали одновременно с дачей стандартной порции пищи; 4) раздражители действовали после того, как уже собака стала есть стандартную порцию пищи; 5) всячески варьировалась величина отрезка времени во всех комбинациях; 6) порядок этих испытаний всячески варьировался, а такие специальные опыты чередовались с обыкновенными опытами.

Получены следующие результаты:

1. Как положительные и отрицательные пищевые условные раздражители, так и посторонние раздражители, значительно влияют на величину пищевого безусловного рефлекса. Характер и размер изменения величин безусловного рефлекса зависит от комбинаций этих раздражителей с безусловным раздражителем.

2. Когда отрицательные условные раздражители (дифференцировочные) предшествуют безусловному раздражителю непосредственно, безусловный рефлекс значительно усиливается.

3. Это увеличение имеет место и в тех случаях, когда оставляется небольшая пауза (10—30 секунд) между окончанием действия дифференцировочного раздражителя и началом действия безусловного раздражителя. Когда же пауза увеличивается до 1 минуты, безусловный рефлекс ослабляется. При дальнейшем же увеличении паузы (2 и больше минут) он не претерпевает никаких изменений. Двойное применение дифференцировки оставляет тормозящее влияние и после 2-минутных пауз.

4. Применяясь одновременно с безусловным раздражителем, дифференцировочный раздражитель ослабляет безусловный рефлекс, а присоединяясь к безусловному раздражителю немного спустя (7—10 секунд) после начала его действия, дифференцировочный раздражитель значительно усиливает безусловный рефлекс.

5. Действие положительного условного раздражителя иногда резко обрывает последовательное слюноотделение от безусловного раздражителя.

6. Когда положительный условный в своем действии раздражитель непосредственно предшествует безусловному раздражителю, безусловный рефлекс значительно ослабляется.

7. Это ослабление имеет место и тогда, когда оставляется некоторая пауза (10—40 секунд) между окончанием действия условного положительного раздражителя и началом действия безусловного раздражителя. При дальнейшем увеличении этих пауз ослабляющее действие постепенно исчезает.

8. Действуя одновременно с безусловным раздражителем, положительный условный раздражитель немного ослабляет безусловный рефлекс. Когда же эти раздражители присоединялись к безусловному немного спустя после начала его действия (5—10 секунд), безусловные рефлексы резко повысились.

9. Те из посторонних раздражителей, которые вследствие генерализации вызвали условный эффект, влияли на безусловный рефлекс почти так же, как положительные условные раздражители. Отличались они от последних тем, что ослабили безусловный рефлекс даже тогда, когда присоединялись к безусловному раздражителю некоторое время спустя после начала его действия.

10. Те же из посторонних раздражителей, которые совершенно не вызвали условного эффекта и вызвали очень сильную ориентировочную реакцию, при всех вышеупомянутых комбинациях с безусловным раздражителем повлияли на величину безусловного рефлекса почти аналогично с дифференцировочным раздражителем.

11. Влияние как условных, так и посторонних раздражителей на величину безусловного рефлекса в виде последовательного действия волнообразно распространяется на достаточно большом протяжении времени от момента их применения.

Очевидно, что вся описанная сложная мозаика влияний посторонних и условных раздражителей на величину безусловного слюнного рефлекса обусловливается сложным взаимодействием центральных нервных компонентов ориентировочных и условных рефлексов с одной стороны, безусловных рефлексов с другой стороны. Мне кажется, что в основном это взаимодействие проявляется в виде положительного и отрицательного индукционного влияния нервных компонентов условных и посторонних рефлексов на соответствующие компоненты безусловных рефлексов (когда условные и посторонние раздражители предшествуют даче пищи), в виде обратного индукционного влияния, в виде Bahnung'а и суммации нервных импульсов (когда условные и посторонние раздражители действуют на фоне уже действующего безусловного рефлекса) и в виде последовательной иррадиации нервных процессов. Вариация временных соотношений при действии этих раздражителей (непосредственное предшествование условных и посторонних раздражителей безусловному раздражителю, предшествование с паузой различной величины, одновременное действие, предшествование безусловного раздражителя и т. д.) дает возможность выявлять возникновение, развитие и течение этих иррадиационных, индукционных, Bahnung'овых и суммационных процессов во времени и по различным нервным компонентам.

Физиологический институт
Академии Наук.
Ленинград.

Поступило
20 II 1934.

THE INFLUENCE OF EXTRANEOUS AND CONDITIONED STIMULI UPON AN UNCONDITIONED FOOD REFLEX

By E. HASRATĬAN

(*Communicated by I. Pavlov, Member of the Academy, 20. II. 1934*)

In my experimental work on conditioned reflexes I have obtained a number of data bearing upon a different aspect of the interaction of conditioned and unconditioned food reflexes than that dealt with in the preceding paper, viz: data on the influence of extraneous and conditioned stimuli on the magnitude of an unconditioned food reflex. It is necessary to point out that some separate remarks and unsystematic investigations in this direction are to be found in publications of Academician I. Pavlov's laboratory as well as in those of other laboratories (those of Prof. Fursikov and Prof. Volborth). The limitations of space preclude us from criticizing these investigations in detail; suffice it to say that all of them failed to embrace the problem as a whole, lost sight of a great number of important details, and were defective in respect of method. All this, in my opinion, has led to some inaccurate conclusions.

I experimented upon two dogs: Arch and Bash. In a number of experiments I ascertained the total magnitude of the unconditioned reflex to a portion of food of a standard amount and compositition (12 and 35 grams). In subsequent experiments I ivestigated the influence of different stimuli upon the magnitude of the unconditioned salivary reflex. The reflex was measured every 15 seconds until its complete disappearance ($1^1/_2$—20 minutes).

The following variants were used: 1) positive and negative conditioned stimuli as well as extraneous stimuli were applied during a certain period of time, and immediately after the cessation of their action a standard portion of food was given; 2) on the cessation of the action of the above-named stimuli, a standard portion of food was given not immediately, but after a certain interval of time; 3) these stimuli acted simultaneously with the eating of a standard portion of food; 4) the stimuli acted when the dog had begun to eat a standard portion of food; 5) the length of the time interval was varied in all possible ways; 6) the order of these tests was varied in all possible ways, and such special experiments were alternated with ordinary ones.

The results were as follows:

1. Positive and negative conditioned food stimuli as well as extraneous stimuli exert a considerable influence upon the magnitude of the unconditioned food reflex. The nature and extent of the change of the unconditioned reflex depends upon the way these stimuli are combined with the unconditioned stimulus.

2. When negative conditioned stimuli (differentiation stimuli) immediatly precede the unconditioned stimulus, the unconditioned reflex becomes considerably stronger.

3. This is also the case when a short interval (10—30 seconds) intervenes between the cessation of the action of a differentiation stimulus and the beginning of the action of an unconditioned stimulus. When,

however, the interval is prolonged to 1 minute, the unconditioned reflex weakens. With the further lengthening of the interval (2 minutes and more) it does not undergo any changes. Double application of differentiation leaves an inhibitory influence even after intervals of 2 minutes.

4. When applied simultaneously with the unconditioned stimulus, a differentiation stimulus weakens the unconditioned reflex, while when applied 7—10 seconds after the unconditioned stimulus had begun to act, a differentiation stimulus strengthens considerably the unconditioned reflex.

5. The action of a positive conditioned stimulus sometimes entirely dissociates the successive secretion of saliva from the unconditioned stimulus.

6. When a positive conditioned stimulus immediately precedes in its action the unconditioned stimulus, the unconditioned reflex is considerably weakened.

7. This is also the case when a certain interval (10—40 seconds) intervenes between the cessation of the action of a positive conditioned stimulus and the beginning of the action of the unconditioned stimulus. If these intervals are further increased, the weakening effect gradually disappears.

8. A positive conditioned stimulus acting simultaneously with the unconditioned stimulus weakens a little the unconditioned reflex. When, however, these stimuli were applied 5—10 seconds after the unconditioned stimulus had begun to act, the unconditioned reflexes became considerably stronger.

9. Those extraneous stimuli that, owing to generalization, called forth a conditioned effect, affected the unconditioned reflex almost in the same way as positive conditioned stimuli. They differed from the latter by weakening the unconditioned reflex even when applied some time after the unconditioned stimulus had begun to act.

10. Those extraneous stimuli that did not call forth any conditioned effect and evoked a very strong orientation reaction, affected the magnitude of the unconditioned reflex almost in the same way as the differentiation stimulus in all the above-mentioned combinations with the unconditioned stimulus.

11. The influence of both conditioned and extraneous stimuli upon the magnitude of the unconditioned reflex is propagated wavelike in the form of successive action during a sufficiently long period of time after the moment of their application.

It is obvious that the described complex mosaic of influences of extraneous and conditioned stimuli upon the magnitude of the unconditioned salivary reflex is due to the complex interaction of the central nerve components of conditioned and orientation reflexes, on the one hand, and of unconditioned reflexes, on the other hand. It seems to me that in the main this interaction manifests itself in the form of a positive and negative inductive influence of the nerve components of conditioned and extraneous reflexes upon the corresponding components of unconditioned reflexes (when conditioned and extraneous stimuli precede the giving of food to the dog), in the form of a reverse inductive influence, in the form of a *Bahnung* and a summation of nervous impulses (when conditioned and extraneous stimuli act simultaneously with the unconditioned reflex), and in the form of a succesive irradiation of nervous processes. The varying of time relations during the action of these stimuli (immediate precedence of conditioned and extraneous stimuli to the unconditioned stimulus, precedence with an interval of varying length, simultaneous action, precedence of the unconditio-

ed stimulus, etc.) makes it possible to study the origin, development, and course of these inductive irradiative, *Bahnung*, and summation processes with regard to different nerve components.

Physiological Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
20. II. 1934.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Я. ШКОЛЬНИК

ВЛИЯНИЕ БОРА НА РАЗВИТИЕ ЛЬНА В ВОДНЫХ И ПОЧВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 8 II 1934*)

В предыдущей работе ([1]) было изучено влияние бора и других дополнительных элементов на развитие льна. Решающее значение в этом комплексе дополнительных элементов (B, Mn, Al, Cu и J) имел бор. С целью более подробного изучения влияния бора на развитие льна и выяснения возможности выращивания вполне нормальных, доведенных до созревания, семян растений льна на сменной * питательной смеси, приготовленной на дестиллированной воде при прибавлении одного только бора без остальных дополнительных элементов, были поставлены летом 1933 года опыты по влиянию бора на развитие льна.

Растение льна выращивались на питательной смеси Кнопа, приготовленной на дестиллированной воде из перекристаллизованных 2—3 раза солей. Сосуды парафинировались. Проращивание семян велось в чашках Петри. Посев был произведен 29 мая; 3 июня, когда проростки достигли 2—3 см длины, они были пересажены на сосуды с 170 $см^3$ питательной смеси, позже на сосуды емкостью в 850 $см^3$, еще позже в полуторалитровые сосуды, в которых и оставались до конца вегетации. Питательная смесь менялась каждые 11 дней. Бор вносился в виде борной кислоты в количестве 0.5 мг бора на литр. Повторность 3-кратная.

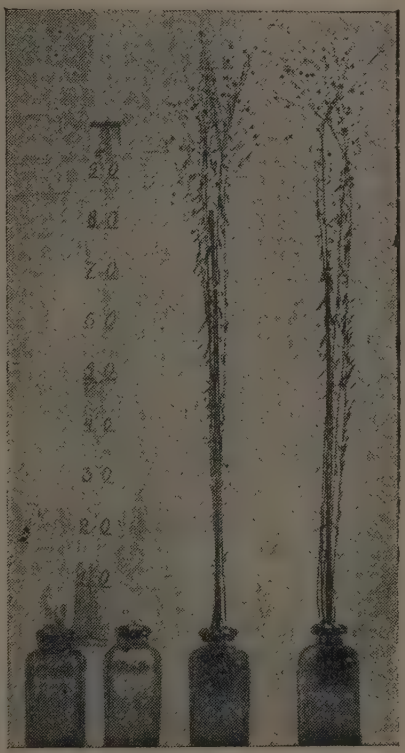
С первых же дней после пересадки на питательную смесь начала выявляться резкая разница в развитии получивших и не получивших бор растений. Без бора плохо развивались боковые корешки, за все время развития достигавшие лишь 0.2—1 см длины; в надземной части этих растений скоро началось отмирание точек роста с последующей гибелью всего растения. При наличии же бора растения давали прекрасно развитую корневую систему, рост надземной части не обнаруживал никаких задержек, растения имели вполне здоровый вид. 5 июля, т. е. через месяц после пересадки на питательную смесь, началась бутонизация, позже (10—12 июля) растения зацвели и 2 августа в стадии созревания семенных коробочек были убраны.

Разница в развитии растения льна с бором и без бора особенно ярко видна на фигуре.

* В указанной выше работе питательная смесь не сменялась.

Так же отчетливо это видно из данных урожая сухого вещества (см. табл. 1, стр. 106).

Эти данные показывают полную неспособность льна развиваться в отсутствии бора. Не получившие бора растения погибали при высоте надземной части в 1.5—6 см, в то время как получившие бор растения дали семена и достигли 102—110 см высоты; соответственные цифры сухого веса 0.140 и 8.066 г, т. е. в %—1.73 и 100.0.



Два сосуда слева — без бора, два сосуда справа — с бором.

Чтобы показать полную неспособность льна развиваться без бора, мы старались достигнуть еще более чистых (в смысле удаления случайных примесей бора) условий. Считая возможным источником незначительных количеств бора стекло чашек Петри и фильтровальную бумагу, на которой проращивались семена, мы сократили до минимума время проращивания семян на чашках Петри, и проростки переносились на питательную смесь при длине в 1 см. В этих условиях боковые корешки почти совсем не развивались, оставаясь или в стадии бугорков по бокам главного корня, или вырастали максимум на 0.1—0.2 см; отмирание точек роста наступало вскоре после развертывания семядолей или при наличии первых 1—2 пар листочков, т. е. при высоте надземной части 0.5 см. Очевидно, нельзя уже говорить о боре как о стимуляторе, и для льна нужно считать этот элемент безусловно необходимым. Одновременно можно считать окончательно разрешенной проблему выращивания льна в водных культурах на питательной смеси, приготовленной на дестиллированной воде с прибавкой одного только бора.

Перейдем к воздействию бора на лен в почвенных культурах. Из работ Накамура ([2]) с горохом и шпинатом, Агюльона ([3]) с кукурузой, горохом, репой и брюквой, Меркеншлагера ([4]) с картофелем и других, известно, что внесение бора в почву дает значительное повышение урожайности этих растений.

Почва для наших опытов была взята с участка, бывшего под огородными культурами. Стеклянные сосуды набивались по 2.5 кг почвы. Бор вносился в виде водного раствора борной кислоты за два дня до посева. Поливка растений проводилась все время дестиллированной водой по объему.

Через некоторое время после всходов было отмечено, что получившие бор растения начинают перегонять в росте растения, бора не получившие,

чем дальше, тем более определенно. Бутонизация у получивших бор растений началась раньше на 2—4 дня. Растения были убраны в стадии технической зрелости и показали повышение урожайности под влиянием бора (см. табл. 2).

Таблица 1

	Средняя высота растений в см при уборке	Воздушно-сухой вес в г		Всего в г	Средний вес растений в г (из 3 сосудов)	Средний вес в %
		Стебли	Корни			
Питательная смесь без бора	6.0	—	—	0.178		
То же	4.0	—	—	0.141	0.140	1.73
„	1.5	—	—	0.102		
Питательная смесь с 0.5 мг бора на литр смеси	105.0	7.290	0.950	8.240		
То же	110.0	7.520	0.950	8.770	8.066	100.0
„	102.0	6.290	0.900	7.190		

Таблица 2

	Урожай в г (воздушно-сухой вес)	Урожай, выраженный в %
Культуры без прибавления бора	8.020	100.0
„ „ „ „	8.070	100.6
Культуры с прибавкой 2 мг бора на сосуд (0.8 мг на кг)	9.75	121.5
То же	9.15	114.1
Культуры с прибавкой 4 мг бора на сосуд (1.6 мг бора на кг)	9.85	122.8
То же	10.10	125.9

Есть основание считать, что полученное повышение сухого веса урожая не является предельным, так как дозировки бора до 3—4 мг на кг почвы вполне допустимы.

Ввиду практического интереса, связанного с повышением урожая льна путем удобрения почвы бором, предполагается дальнейшие опыты вынести на полевые участки.

Лаборатория биохимии и физиологии растений Академии Наук.
Ленинград.

Поступило 8 II 1934.

THE EFFECT OF BORON UPON THE DEVELOPMENT OF FLAX IN WATER AND SOIL CULTURES

By M. ŠKOLNIK

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 8. II. 1934*)

In my preceding paper (1) I dealt with the effect of boron and other supplementary elements upon the development of flax. In this complex of supplementary elements (B, Mn, Al, Cu, and J) boron played a decisive part. For the purpose of studying in more detail the effect of boron upon the development of flax and finding out whether it is possible to obtain quite normal mature seeds of flax upon several times changed* nutritive mixture prepared of distilled water and only boron being added without other supplementary elements, the following experiments on the effect of boron upon the development of flax were carried out in the summer of 1933.

Specimens of flax were raised on Knop's nutritive mixture prepared of distilled water and salts recrystallized 2—3 times. The vessels were paraffined. The seeds were sown in Petri's cups on May 29. On June 3, when the seedlings had reached 2—3 cm, they were transplanted into vessels with 170 cm^3 of nutritive mixture, later on into vessels of 850 cm^3 capacity, then into vessels of $1^1/_2$ litre capacity, where they remained till the end of the vegetative period. The nutritive mixture was changed every 11 days. Boron was introduced in the form of boracic acid. Its amount was 0.5 mg per litre. The experiment was repeated three times.

From the very first days of transplanting on to nutritive mixture a well-marked difference in the development of plants supplied with boron anf those not supplied with boron was to be observed. Without boron lateral rootlets developed poorly, reaching only 1.2—1 cm; in the overground part of these plants the growing points soon began to decay, whereupon the whole plant perished. Whereas the root system of plants supplied with boron developed very well, the growth of their overground part was unchecked, and the plants looked quite healthy. On July 5, i. e. a month after transplanting on to the nutritive mixture, buds of flowers appeared, later on (July 10—12) the plants burst into flower, and on August 2 were harvested in the stage of the maturing of seed vessels.

The difference in the development of flax with and without boron is clearly shown by the figure as well as by the data of table 1 (p. 108).

These data show the complete inability of flax to develop in the absence of boron. Plants not supplied with boron perished when their height was 1.5—6 cm, while those supplied with boron bore seeds and reached a height of 10—110 cm; their dry weigts were respectively 0.140 and 8.066 grams, i. e. 1.73 and 100.0%.

In order to show the complete inability of flax to develop without boron, we tried to eliminate accidental admixtures of boron. Since the glass of Petri's cups and the filter paper on which the seeds were allowed to germinate were considered possible sources of small quantities of boron, we shortened to a minimum the time for which the seeds remained in Petri's cups, and the seedlings were transplanted on to the nutritive mixture when they were 1 cm long. Under these conditions the lateral root-

* In the above-mentioned work the nutritive mixture was not changed.

lets scarcely at all developed, either remaining in the stage of tubercles on the main root, or reaching 0.1—0.2 cm at most; the decay of growing points took place soon after the opening of seed leaves or the appearance of the first 1—2 pairs of leaflets, i. e. when the overground part had reached 0.5 cm. It is obviously impossible to regard boron as a stimulator. This element must be considered absolutely necessary for flax.

At the same time the problem of raising flax in water cultures on a nutritive mixture prepared of distilled water with the addition of boron alone, may be considered definitively solved.

Let us now pass on to the effect of boron upon flax in soil cultures. The experiments of Nakamura (2) with pea and spinach, of Agulhon (3) with maize, pea, and turnip, of Merkenschlager (4) with potato, and of others, have shown that the introduction of boron into the soil raises considerably the yield of these plants.

The soil for our experiments was taken from a plot used as a kitchen garden. Glass vessels were packed with 2.5 kg of soil each. Boron was introduced in the form of an aqueous solution of boracic acid two days before the sowing. The plants were watered all the time with distilled water taken by volume.

In a short time after sprouting it was observed that plants supplied with boron were outgrowing those deprived of it, the difference in the rate of growth becoming more and more pronounced. Buds of flowers began to appear on plants supplied with boron 2—4 days in advance of those deprived of it. The plants were harvested in the stage of technical maturity and showed an increase of yield due to the influence of boron (see table 2).

There are grounds to believe that the obtained increase of dry weight is not the limit, since it is quite possible to add 3—4 mg of boron per kg of soil.

In view of the practical interest attaching to the possibility of increasing the yield of flax by means of fertilizing the soil with boron, it is proposed to transfer the further experiments on field plots.

Table 1

	Average height of plants in cm when harvested	Air-dry weight in grams		Total in grams	Average weight of plants in grams (from 3 vessels)	Average weight in %
		Stems	Roots			
Nutritive mixture without boron	6.0	—	—	0.178	—	—
do	4.0	—	—	0.141	0.140	1.78
do	1.5	—	—	0.102		
Nutritive mixture with 0.5 mg of boron per litre of mixture	105.0	7.290	0.950	8.240		
do	110.0	7.820	0.950	8.770	8.066	100.0
do	102.0	6.290	0.900	7.190		

Table 2

	Yield in grams (air-dry weight)	Yield in %
Cultures without the addition of boron	8.020	100.0
do	8.070	100.6
Cultures with the addition of 2 mg of boron per vessel (0.8 mg of boron per 1 kg of soil)	9.75	121.5
do	9.15	114.1
Cultures with the addition of 4 mg of boron per vessel (1.6 mg of boron per 1 kg of soil)	9.85	122.8
do	10.10	125.9

Laboratory of Biochemistry and Plant Physiology of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received 8. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Школьник. ИМЕН, 1933, № 8. M. Školnik. BAS-MN, 1933, № 8. 2. Nakamura. Bull. Agr. Coll. Tokyo, 5, 509, 1903. 3. Agulhon. Thèses. 1910. 4. Merkenschlager. Arbeit. Biol. Reichs., 17, 249, 1929.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

И. А. КОЛОМИЕЦ

К ВОПРОСУ О ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ И ОБЪЕКТИВНЫХ ПРИЗНАКАХ ЕЕ У СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 8 III 1934*)

Наши исследования (1) 1931 года привели к выводам: 1) что степень сухостойкости сортов ярового ячменя различна в разные фазы развития растений, 2) что способность переносить длительное завядание у растений одних и тех же сортов изменяется на протяжении вегетационного периода, и 3) что способность лучше и без вреда переносить завядание не является показателем засухоустойчивости сорта; в этих опытах только в фазе колошения наблюдалась связь способности переносить завядание с большей сухостойкостью. Вполне сходные результаты были получены и в исследованиях, проведенных нами в 1932 г. (не опубликованы).

При дальнейшем изучении вопроса о засухоустойчивости сельскохозяйственных растений летом 1933 года нами был поставлен опыт с разными сортами яровой пшеницы с целью выяснения влияния почвенной засухи в разные фазы развития растений на процессы накопления сухого вещества, на повреждаемость растений этих сортов при завядании и на количество воды в листьях.

Опыт проводился в вегетационном домике экспериментальной станции УИР (Харьков). Методика проведения его была аналогична описанной нами в предыдущей работе (2). Растения 4 сортов яровой пшеницы (*erythrospermum* 0841, *erythrospermum* „Новинка", *milturum* 0274, *hordeiforme* 010), выращиваемые в специальных глиняных сосудах с верхним и нижним поливом, ставились (все одновременно) в 4 периода вегетации в условия почвенной засухи; последняя приостановкой полива доводилась каждый раз во всех сосудах до уровня 6.5% влажности почвы (при 5% мертвого запаса). Внешние метеорологические условия проведения опыта описаны в предыдущей работе (2).

Подопытные сорта имели неодновременное наступление фаз развития; поэтому не все сорта подвергались засухе во все периоды создания ее и одинаковые фазы развития растений. Так, 1-му периоду засухи все сорта подверглись в фазе полного кущения, 2-му периоду — сорта 0841 и „Новинка" в фазе перед колошением (за 5—3 дня), а сорта 0274 и 010 в средине фазы стеблевания (12 дней после кущения и 13 дней до колошения), 3-му периоду сорта 0841 и „Новинка" в фазе колошения, сорта 0274 и 010 — перед колошением (5—2 дня), 4-му периоду — первые два в начальной фазе молочной спелости, вторые два в фазе налива зерна (6 дней до молочной спелости).

Во время каждого периода создания засухи велись наблюдения за ходом завядания и степенью повреждения отдельных органов опытных растений каждого сорта и производились определения количества воды в листьях. Все растения были доведены до полного созревания зерен, после чего был собран урожай, сделаны промеры органов растений, подсчет количества стеблей, колосьев и зерен, а также учтен вес сухой массы разных органов растений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА

1. Динамика завядания и степень повреждаемости растений во время страдания растений при обезвоживании (почвенной засухе) учитывались при помощи специально разработанной шкалы в 8—10-кратной повторности над каждым сортом.

В первый период, после пребывания растений без полива 20 дней и в завядшем состоянии 14 дней, наиболее поврежденными оказались растения сорта 0841, наименее — сорта 0274, сорт 010 занял промежуточное место. (Сорт „Новинка" в этот период не исследовался.)

Во втором периоде, после пребывания растений без полива 15 дней и в завядшем состоянии 10 дней, наиболее были повреждены растения сорта 010, а за ним — 0841, потом 0274 и наименее повреждены у сорта „Новинка".

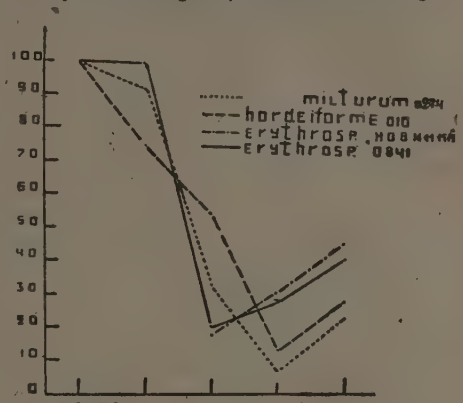
В третьем периоде, после пребывания растений без полива 12 дней и в завядшем состоянии 9 дней, наиболее повреждены растения сорта 0841, остальные в следующем порядке: сорт 010, „Новинка" и 0274.

В четвертом периоде на 12-й день без полива и 10-й день завядшего состояния поврежденность растений была в таком порядке: у сорта 0274 наибольшая, дальше 010, „Новинка" и 0841.

Таким образом, способность переносить длительное завядание у растений данных сортов менялась на протяжении вегетации; изменение было не только при сравнении сортов с неодновременным наступлением фаз развития растений, но и при сравнении сортов, растения которых одновременно развивались, например, „Новинка" и 0841.

2. Исследуемые нами сорта обладают разной урожайностью. В нашем опыте по количеству накопленных сухих веществ в зернах в условиях оптимальной влажности произрастания они очень отличались друг от друга. Следовательно, производить оценку засухоустойчивости сортов более правильным будет сравнением не абсолютных количеств урожая их, а сравнением данных, показывающих, как изменяется урожай сухих веществ (депрессия урожая) зерна под влиянием воздействия засухи в сравнении с контрольными растениями.

Данные изменения урожая зерна, представленные на диаграмме, показывают, что степень сухостойкости подопытных сортов меняется в зависимости от того, в какой период вегетации они были подвержены действию засухи. При сравнении между собой сортов, имеющих одновременное наступление фаз развития растений, выявляется, что засухоустойчивость каждого из них в разные фазы различная. Так сорт 0274 в фазе кущения (I период) более устойчив к засухе, чем сорт 010, но в фазе стеблевания (II период) наоборот, стоит по устойчивости гораздо ниже; сорт 0841 в фазе перед колошением (II период) выше по устойчивости, чем сорт „Новинка“, но в фазе колошения (III период), а также в фазе молочной спелости значительно менее устойчив.



На оси абсцисс отмечены периоды засухи, а на оси ординат — количество сухого вещества в % от контрольных растений.

3. В отношении связи засухоустойчивости (устойчивости урожая) со способностью переносить завядание, согласно результатам данного опыта можно допускать таковую у данных сортов яровой пшеницы лишь при действии засухи в фазе колошения растений; действительно в этой фазе сорт „Новинка“, проявивший большую способность переносить завядание, оказался и более сухостойким, чем 0841; тоже и с сортами 010 и 0274. При воздействии засухи в другие фазы развития связи не наблюдалось; так, в фазе кущения сорт 0841 по способности переносить завядание стоит на последнем месте, а по устойчивости урожая против засухи — на первом; в фазе перед колошением и молочной спелости сорта, имевшие лучшую устойчивость против засухи, выявили более слабую способность переносить завядание. При исследовании завядания и сухостойкости у сортов пшеницы, как и при исследовании нами ранее (1) сортов ячменя, в разные фазы развития растений, получаются данные, не согласующиеся с „теорией завядания“ как в трактовке определения засухоустойчивости, так и в оценке завядания „как основного способа защиты растений от засухи“ (3). Эти данные являются предупреждением от возможных ошибок, могущих иметь место при применении для оценки сортов на сухостойкость как „метода завядания“ Туманова (4), так и метода, предложенного в работе Болсунова и Оселедца (5).

4. Вопросу водного баланса листьев различных растений посвящено не мало специальных исследований. Но в последнее время Литвиновым,

как в докладах, так и в работе ([6]), настойчиво рекомендуется оценивать сорта сельскохозяйственных злаков на засухоустойчивость по количеству воды в листьях. Наши исследования проводились над дневным колебанием количества воды в листьях (верхнего яруса) у растений с нормальным водоснабжением и у растений, подверженных обезвоживанию, созданием засухи в разные периоды вегетации.

Основные результаты следующие:

Количество воды в листьях в состоянии полного насыщения их у всех подопытных сортов изменялось в сторону уменьшения по мере развития растений, но не одинаково по сортам, поэтому по обилию воды эти сорта в разные периоды вегетации менялись местами; так, в первом периоде в утренние часы наибольше воды было в листьях сорта 0841, в третьем и четвертом периодах — в листьях сорта „Новинка", что как бы имеет связь этого явления и с большей сухостойкостью их в эти периоды, но во втором периоде на первом месте по обилию воды оказался сорт 0274, а по заоухоустойчивости — сорт 010, который по количеству воды в листьях стоял на предпоследнем месте; в третьем периоде сорта 0841 и 010 количество воды в листьях имели одинаковое, но по сухоустойкости очень отличались друг от друга.

Из этого ясно, что „считать вполне доказанным положение, что засухоустойчивые сорта пшениц отличаются большим содержанием воды по сравнению с незасухоустойчивыми" (Литвинов), очевидно, преждевременно.

В дальнейшем, как с целью оценки сухостойкости растений в селекционной работе, так и с целью отыскания физиологических признаков сухостойкости, исследования необходимо проводить в разные фазы развития растений. Исходная оценка сухостойкости подопытных сортов должна производиться на основании изменений (депрессии) прироста сухих веществ (урожая) тех органов растений, из-за которых культивируется растение, изменений, вызываемых влиянием засухи в разные периоды вегетации.

Лаборатория биохимии и физиологии растений Академии Наук. Ленинград.

Поступило 8 III 1934.

PLANT PHYSIOLOGY

ON DROUGHT RESISTANCE AND ITS OUTWARD SIGNS IN DIFFERENT VARIETIES OF SPRING WHEAT

BY I. KOLOMIEC

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 8. III. 1934*)

Our investigations ([1]) of 1931 resulted in the following conclusions: 1) the degree of drought resistance of spring wheat varieties is different in different stages of growth, 2) in plants of the same variety the capacity of enduring prolonged wilting varies during the period of growth, 3) the capacity of enduring wilting with no bad aftereffects cannot serve as an index of the drought resistance of the variety; in these experiments a correlation between the capacity of enduring wilting and greater drougnt resistance was observed only in the stage of earing. Identical results were obtained in our investigations of 1932 (not yet published).

In the summer of 1933, continuing our study of the drought resistance of agricultural plants, we conducted a special experiment with different

varieties of spring wheat for the purpose of determining the effect of soil drought in different stages of growth, firstly, on the process of accumulation of dry substance in the plant, secondly, on the liability to injury on wilting in plants of these varieties and, thirdly, on the water content of the leaves.

The experiment was carried out in the greenhouse of the Experimental Station of the Ukrainian Institute of Plant Cultivation (Kharkov). The method employed was similar to the one described in our preceding paper (2). Four varieties of spring wheat (*erythrospermum* 0841, *erythrospermum* 'Novinka', *milturum* 0274, *hordeiforme* 010) were raised in special earthenware vessels watered from above and below. They were then simultaneously subjected in the four different stages of growth to soil drought. The quantity of soil moisture in each vessel by the suspension of watering was every time brought down to 6.5% (with 5% of inactive moisture in the soil).

The meteorological conditions under which the experiment was carried out have already been described in our preceding paper (2).

Since not all the varieties under investigation reached the different stages of growth simultaneously, the drougth periods could not catch all the varieties in the same stages of growth. So at the beginning of the first drought period all the varieties were in full tillering stage, at the beginning of the second drought period varieties 0841 and 'Novinka' were in the pre-earing stage (5—3 days before earing) and varieties 0274 and 010 in the middle of the shooting stage (12 days after tillering and 13 days before earing), at the beginning of the third drought period varieties 0841 and 'Novinka' were in the earing stage and varieties 0274 and 010 in the pre-earing stage (5—2 days before earing), at the beginning of the fourth drought period the first two varieties were in the early stage of milk ripeness and the second two varieties in the grain developing stage (6 days before the commencement of the stage of milk ripeness).

During each drought period close observation was made of the process of wilting and of the degree of injury sustained by each organ of the plants of each variety. The moisture content of the leaves was also determined. All the plants were allowed to reach full ripeness and then harvested. The various organs of the plants were measured. The number of straws, ears, and grains were counted. The dry weight of the various organs was likewise determined.

THE RESULTS OF THE EXPERIMENT

1. The dynamics of the wilting process and the degree of injury sustained by the plants while suffering from loss of moisture (soil drought) were determined by means of a specially devised scale, 8—10 determinations being made for each variety.

During the first drought period of 20 days with a wilted condition of 14 days the greatest injury was sustained by variety 0841, followed by variety 010, and last came variety 0274. (The variety 'Novinka' was not observed in this period).

During the second drought period of 15 days with a wilted condition of 10 days the greatest injury was sustained by variety 010, followed by variety 0841, then by variety 0274, and last by variety 'Novinka'.

During the third drought period of 12 days with a wilted condition of 9 days the greatest injury was sustained by variety 0841, followed by variety 010, then by variety 'Novinka', and last by variety 0274.

During the fourth drought period of 12 days with a wilted condition of 10 days the greaitest injury was sustained by variety 0274, followed by variety 010, then by variety 'Novinka', and last by variety 0841.

Thus, we see that the capacity of enduring prolonged wilting varies in each variety with the growth of the plant.

Such a variability was observed not only when comparing varieties that did not reach the same stages of growth simultaneously, but also when comparing varieties with an isochronal growth, as varieties 'Novinka' and 0841.

2. The varieties studied by us have different yielding capacities. In our investigations the varieties showed considerable differences in the dry weight accumulated under optimum conditions of moisture for vegetation.

Therefore, it will be more correct to determine the drought resisting capacity of varieties not by comparing the absolute quantity of yield, but by comparing the data showing the decrease of dry weight of the grain (depression of the yield) under the influence of drought with the weight of control plants.

The above diagram demonstrates that the degree of drought reristance of the varieties examined depends upon the stage of growth in which they were subjected to drought. When comparing varieties that have an isochronal growth, we notice that the drought resistance of each variety varies with the stage of growth. Thus, variety 0274 in the tillering stage (1st period) shows greater drought resistance than variety 010, but, on the contrary, in the shooting stage (2nd period) its drought resistance is considerably lower than that of variety 010; likewise, variety 0841 in the pre-earing stage (2nd period) is superior to variety 'Novinka' in drought resistance, but is considerably less resistant than the latter variety in the earing stage (3rd period) as well as in the stage of milk ripeness.

3. As for the correlation between drought resistance (constancy of the yield) and the ability of enduring wilting, the results of the present experiment revealed such a correlation in the varieties examined only when the drought occurred in the earing stage. So variety 'Novinka', which showed a greater capacity of enduring wilting than variety 0841, possessed a higher degree of drought resistance. The same must be said of varieties 010 and 0274. Such a correlation was not observed when the drought occurred in other stages of growth; so variety 0841 occupies the last place in respect of its capacity of enduring wilting in the tillering state and at the same time shows the highest degree of drought resistance of the four varieties investigated. Those varieties that showed greater drought resistance in the pre-earing stage of milk ripeness were less capable of enduring wilting.

Both the present investigations of wilting and drought resistance of different kinds of wheat and our former investigations (1) of different kinds of rye, all carried out in different stages of growth, yielded results that do not accord with the 'theory of wilting' either in its relation to the determination of drought resistance or to the explanation of the phenomenon of 'wilting' as the principal means of defence of the plants against drought (2). These results must serve as a warning against mistakes liable to occur if either the 'method of wilting' proposed by Tumanov (4) or the method proposed by S. Bolsunov and P. Oseledec (5) in their paper be applied in the determination of drought resistance.

4. Many special investigations have been devoted to the problem of the water balance in the leaves of various plants. But recently L. Litvinov

both in his reports and his paper (6) emphatically recommended the determination of the drought resistance of different varieties of cultivated cereals by the water content of their leaves. In our investigations we studied the daily changes of water content in the upper leaves both of normally watered plants and of plants subjected to drought in different stages of growth. The principal results were as follows.

The water content of fully saturated leaves showed in all the varieties examined a gradual decrease with the growth of the plant. But this decrease was not proportionate, and therefore these varieties interchanged places with regard to moisture content in different stages of growth. Thus, during the 1st period the highest moisture content in the morning was shown by the leaves of variety 0841, in the 3rd and 4th periods by the leaves of variety 'Novinka'. This seemingly points to a relation between this phenomenon and a higher degree of drought resistance in these periods. But in the 2nd period, variety 0274 showed the highest moisture content, while variety 010 showed the greatest drought resistance and at the same time was last but one in its moisture content. In the 3rd period, varieties 0841 and 010 had the same moisture content, but differed greatly in their degree of drought resistance.

The above shows that it is as yet too early to assert 'that it has been fully proved that drought resistant varieties of wheat are characterized by a higher moisture content than the drought non-resistant varieties' (Litvinov).

It is therefore absolutely necessary that all such future investigations, either for the purpose of determining the drought resistance of plants for breeding purposes or for the purpose of discovering the physiological characteristics of drought resistance, should be carried out in the different stages of growth. The final determination of the drought resistance of the varieties examined must be based on the changes (depressions) caused by drought in the different stages of growth in the accumulation of dry substance in those organs of the plants which they are cultivated for.

Laboratory of Biochemistry and Plant Physiology
of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received
8. III. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1 И. А. Коломиец. Журнал Био-ботан. циклу ВУАН, № 7—8, 1933. I. Kolomiec Journal of the Bio-Botanical Division of the Ukrainian Academy of Sciences, No 7—8, 1933.
2 И. А. Коломиец. ДАН, 1934, № 5. I. Kolomiec. C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, 1934, No 5. 3 Н. А. Максимов. Тр. ВИПБ, прилож. 26-ое, Лгр., 1926. N. Maximov. Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding, Appendix 26, Leningrad, 1926. 4 И. И. Туманов. Тр. по пр. бот. и сел., т. 16, № 4, 1926; т. 22, № 1, 1929. I. Tumanov. Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding, v. 16 No 4, 1926; v. 22, No 1, 1929. 5 И. И. Болсунов и П. И. Оселедец. Тр. Научн. инст. селекции, IV вып, Киев, 1928. I. Bolsunov and P. Oseledec. Memoirs of the Scientific Institute of Selection, No 4, Kiev, 1928. 6 Л. С. Литвинов. Ботан. журнал СССР, т. 17, № 2, 1932. L. Litvinov. Journal botanique de l'URSS, t. 17, № 2, 1932.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. И. ОПАРИН

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В САХАРНОЙ СВЕКЛЕ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ХРАНЕНИЕ ЕЕ В ЗАМОРОЖЕННОМ ВИДЕ

(*Представлено академиком А. Н. Бахом 20 II 1934*)

Свекловичный корень, являющийся основным сырьем для нашей сахарной промышленности, представляет из себя интереснейший объект биохимических исследований. В особенности удобно на нем изучать идущие в живой клетке процессы распада, регрессивного метаморфоза углеводов. Характерные для растительной клетки синтетические процессы отступают в хранящемся корне на второй план. Однако, жизненные процессы в нем не прерываются, они протекают с большей или меньшей интенсивностью за счет тех органических веществ (главным образом, тростникового сахара), которые в изобилии накопились в корне за вегетационный период. Поэтому, исследуя обмен веществ свекловичного корня, удается сделать ряд интересных заключений о соотношении гидролитических и окислительно-восстановительных процессов живой клетки.*

Наряду с этим указанные исследования представляют большой практический интерес. Во время производства на сахарных заводах скопляется и хранится громадное количество свеклы. При этом хранении, в результате дыхания корня и других биохимических процессов, наша сахарная промышленность ежегодно теряет десятки миллионов килограмм сахара. Произведенные мною и моими сотрудниками исследования биохимических процессов, совершающихся в свекловичном корне, позволили значительно рационализировать хранение свеклы и сократили указанные выше потери сахара более, чем на одну треть.

Однако радикальное решение вопроса может быть осуществлено только в том случае, если мы полностью прекратим всякие биохимические процессы, т. е. если мы убьем корень. Практически представляется чрезвычайно заманчивым использовать для этого наши холодные зимы и убивать корень замораживанием с тем, чтобы после хранить его при низких температурах, исключающих развитие микроорганизмов и связанное с ним гниение свеклы.

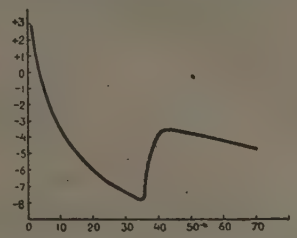
Тем не менее это предприятие оказывается далеко не таким простым, как это может показаться с первого взгляда. Заводская практика показывает, что замороженная свекла хранится особенно плохо. Даже если ее полностью защитить от поступающего извне тепла термоизолирующими укрытиями, она начинает согреваться изнутри, быстро тает и портится. Произведенные мною и моими сотрудниками** исследования установили, что это разогревание обусловливается двумя причинами: физической и биологической. Применяя методику Н. А. Максимова, мы наблюдали изменение температуры корня, находящегося при — 10—15°. Для этого целые свекловичные корни или части этих корней помещались в холодные камеры, в которых при помощи криогидратных растворов поддерживалась строго постоянная низкая температура. В ткань корня

* См. А. Опарин. Процессы распада веществ в живой клетке. Доклад на IV Менделеевском съезде, 1933.

** В работе принимали участие Н. Дьячков, М. Каменская и В. Радкевич.

водилась термопара, и таким образом можно было наблюдать истинное изменение температуры внутри корня, происходящее через весьма короткие промежутки времени (через каждую минуту).

На приводимой диаграмме видно изменение температуры корня, находящегося в камере при — 11.1° С. Мы видим, что первоначальная температура корня постепенно падает благодаря теплоотдаче во внешнюю среду. При этом даже после того, как температура корня упадет значительно ниже точки замерзания сока, никакого образования льда не происходит. Только при температуре, лежащей около 7.5°, наступает предел переохлаждения растительной ткани, и значительное количество воды переходит в лед. Это сопряжено с таким громадным выделением скрытой теплоты плавления, что корень несмотря на продолжающуюся теплоотдачу быстро разогревается до —3.5°. Затем температура вновь начинает понижаться. Однако, если мы сравним скорость понижения температуры в первый период охлаждения корня до образования в нем льда и в этот третий период, наступающий после температурного скачка, то мы увидим существенную разницу. И в тот, и в другой период скорость отдачи тепла одинакова, но падение температуры корня идет несравненно быстрее в первую стадию охлаждения.



Детальные исследования этого явления показывают, что при описанном температурном скачке в лед превратилась только свободная вода клеточного сока. Вода, пропитывающая протоплазму, не претерпела никаких изменений. Коллоиды протоплазмы весьма прочно удерживают заключенную в них воду и лишь очень медленно отдают ее образовавшимся в корне кристаллам льда. Таким образом, на вид совершенно замороженный до костеобразного состояния корень еще содержит в себе значительное количество воды, способной переходить в лед, а следовательно и выделять известное количество тепла. В этом кроется первая причина повышения температуры внутри свекловичного бурта, покрытого термоизолирующими укрытиями.

Вторая причина сводится к дыханию замороженного корня. Смерть клеток при замораживании зависит от обезвоживания их протоплазмы, но мы видели, что даже после температурного скачка, даже после замерзания клеточного сока протоплазма удерживает заключенную в ней воду. Поэтому, значительное количество клеток в корне остается живым и продолжает дышать даже при весьма низких температурах.

В нижеприводимой таблице указаны полученные нами данные при наблюдении над дыханием свеклы, хранившейся в холодильных камерах при строго постоянной температуре в течение одних суток. За один час 1 кг свеклы выделял следующее количество углекислоты (в мг):

Температура опыта (в °С)	8	—2	—7	—10	—12
Количество выделяемой CO_2 (в мг)	12.5	5.8	3.1	1.8	1.6

Таким образом, даже при температуре — 12° свекловичный корень продолжает дышать, так как значительное количество его клеток в течение первого дня сохраняет свою жизнеспособность. Но постепенно образовавшиеся в корне кристаллы льда отнимают воду от коллоидов протоплазмы, обезвоживают ее. В результате этого происходят постепенное отмирание корня и ослабление его дыхания. В этом можно убедиться,

наблюдая за дыханием свекловичного корня, помещенного в холодильную камеру в течение более или менее длительного промежутка времени. При температуре —2° сахарная свекла не замерзает, и ее дыхание оставалось строго постоянным за весь период наблюдения (в течение 100 суток). При —7° в корне довольно быстро образуется лед, но корень еще в течение ряда суток продолжает поглощать кислород и выделять углекислоту. Дыхание ослабевает лишь очень медленно и только на 50-й день оно полностью прекращается, и корень может считаться убитым. При —10° это происходит на 12-й день, а при —12° на 4-е сутки.

Исследования углеводного обмена корней, хранившихся при различных низких температурах, точно так же показали, что в свекле совершается ряд превращений вещества до тех пор, пока все клетки корня не будут убиты. Для иллюстрации этого положения можно привести таблицу потерь тростникового сахара при хранении свеклы в холодильных камерах. Потери выражены в процентах от сухого веса корня.

Дни хранения	45-й	55-й	65-й	100-й
—2°	2.35	2.75	3.50	4.60
—7°	1.30	—	1.50	1.50

Из этой таблицы видно, что как только корень был убит холодом так сейчас же в нем прекратились биохимические процессы, связанные с распадом сахарозы. Такой корень может храниться как угодно долго в том случае, если его температура не повысится до — 3.5°. При этой температуре корень начинает оттаивать, образуется капельно-жидкая вода и создаются благоприятные условия для работы заключенных в корне ферментов, в особенности инвертазы. Это обусловливает быстрый гидролиз тростникового сахара в таком оттаявшем корне. Дыхание корня, конечно, не восстанавливается, и поэтому продукты гидролиза (глюкоза и фруктоза) накапливаются в корне в громадных количествах, чрезвычайно затрудняя переработку свеклы на сахар.

На основании приведенных данных, мною совместно с инж. М. Митрофановым и инж. Б. Краснокутским был выработан метод замораживания свеклы естественным холодом и ее хранения в замороженном состоянии под термоизолирующими укрытиями. В прошлом году на Боринском сахарном заводе было по этому методу заморожено 30 000 центнеров свеклы. Свеклу удалось сохранить и переработать в конце мая, тогда как обычно сахарные заводы вследствие угрозы массовой порчи свеклы кончают работать в феврале, в начале марта. Температура свеклы при ее заборке на завод равнялась —5—6°. Таким образом, она вся хранилась в замороженном состоянии, и поэтому потери сахара при хранении были минимальны. В этом году подвергается замораживанию уже 200 000 центнеров свеклы с тем, чтобы в кампанию 1934—35 г.г. применить этот метод на ряде заводов Главсахара.

Поступило
20 II 1934.

PLANT PHYSIOLOGY

METABOLISM IN SUGAR BEETROOT AT LOW TEMPERATURES AND THE STORAGE OF BEETROOT IN A FROZEN STATE

By A. OPARIN

(*Communicated by A. Bach, Member of the Academy, 20. II. 1934*)

Beetroot, the fundamental raw material of our sugar industry, is a most interesting object for biochemical research work. It is especially convenient to study on beetroot the processes of disintegration or regressive metamorphosis of carbohydrates that take place in the living cell. The synthetical processes characteristic of a growing cell sink into the background in a stored root. Nevertheless life processes do not cease in such a root, they continue with varying intensity at the cost of those organic matters (chiefly of cane sugar) that the root has stored in abundance during its period of vegetation. Therefore, the investigation of metabolism in beetroot leads to a number of interesting conclusions about the correlation of hydrolytic and oxidizing synthetical processes in the living cell.*

These investigations present at the same time considerable practical interest. In the course of the industrial processes of sugar manufacture immense quantities of beetroot accumulate and have to be preserved at the sugar factories. As a result of respiration and other biochemical processes in stored beetroot, our sugar industry yearly loses several tens of millions of kg of sugar. The investigation of the biochemical processes going on in the beetroot, carried out by me and my assistants, have helped to considerably rationalize the method of storage of beetroot and to thus diminish the above mentioned losses more than by a third.

But for a radical solution of the problem it is necessary that we put a full stop to all biochemical processes, in other words, that we kill the beetroot. From a practical standpoint it might appear very easy and simple to avail ourselves of our cold winters and kill the beetroot by freezing it and than preserve it at a low temperature and thus prevent the development of microorganisms and the putrefaction of the beetroot caused by them.

Nevertheless the practical application of this idea is by far not so simple as it may seem at first. Industrial practice shows that frozen beetroot keeps very badly. Even if it be completely insulated from the influence of external heat it nevertheless begins to generate internal heat, rapidly thaws, and putrifies. The investigations carried out by me and my assistants** have established the fact that this internal generation of heat is caused by two factors: one physical, the other biological. Applying the method of N. Maximov, we studied the change of temperature of beetroot at —10 —15° C. For this purpose whole beetroots or parts of them were placed in refrigerating chambers wherein low constant temperatures were strictly maintained by means of cryohydrate solutions. By the introduction of a thermocouple into the tissues of the root, the real changes in tempera-

* See A. Oparin. The Processes of Disintegration of Matter in the Living Cel Report delivered at the VIth Mendeléeff Congress, 1933.

** My assistants in these investigations were N. Diačkov, M. Kamenskaja, and V. Radkevič.

ture within the root could be observed at very small intervals of time (every minute).

The diagram reproduced here shows the change in temperature of a root in the refrigerating chamber at —11.1° C. We see that the original temperature of the beetroot gradually falls, because of external loss of heat. We notice at the same time that no ice is formed even after the temperature of the root has fallen considerably below the freezing point of the juice. The limit of undercooling the vegetable tissue is only reached at a temperature of about —7.5° C, when a considerable quantity of water turns into ice. But this process is accompanied by such an immense quantity of latent heat being set free that the temperature of the root rapidly rises to —3.5° C, notwithstanding the continued external loss of heat. Then the temperature again begins to fall. But if we compare the rate of fall of temperature during the first period of cooling the root till ice begins to form and during this third period after the jump in the temperature, we shall notice an essential difference. In both the periods the rate of external loss of heat is the same, but the rate of fall of temperature of the root is incomparably higher during the first stage of cooling.

Detailed investigations of this phenomenon revealed that at the above described jump in the temperature only the free water of the cell juice turned into ice. The water saturating the protoplasm did not undergo any change. The colloids of the protoplasm very vigorously retain the water saturating them and render it up only very slowly to the ice crystals formed inside the root. Thus, a root that looks quite frozen and is of a bone-like hardness still contains a considerable quantity of water capable of turning into ice and consequently of freeing a certain quantity of heat. This constitutes the first cause of the rise of the temperature inside stacks of beetroot well protected from external heat by thermo-insulating covers.

The second cause is the respiration of the frozen root. The death of the cells at freezing is due to the loss of water by the protoplasm; but, as we have already seen, both after the jump in temperature and after the freezing of the cell juice, the protoplasm still retains the water included in it. Therefore, a considerable number of cells in the root remain alive and continue to respire even at very low temperatures.

The data obtained by us in our observations of the respiration of beetroot preserved in refrigerating chambers at strictly constant temperatures during 24 hours is given in the following table. 1 kg. of beetroot during one hour exhaled the following quantity of carbon dioxide (in mg):

Temperature of experiment (in ° C)	8	—2	—7	—10	—12
Quantity of CO_2 exhaled (in mg)	12.5	5.8	3.1	1.8	1.6

We thus see that beetroot continues to respire even at a temperature of —12°, as a considerable number of its cells retain their vitality during the first day. But the ice crystals that have gradually formed within the root extract the water from the protoplasm till it loses all its water. As a result the root gradually dies and its respiration ceases. This is confirmed by the study of the respiration of a beetroot in a refrigerating chamber over a more or less considerable interval of time. Sugar beetroot did not freeze at a temperature of —2° and its respiration remained strictly constant over the whole period of observation (100 days). At a temperature of —7° ice forms pretty soon in the root, but it still continues to inhale oxygen and exhale carbon dioxide. The respiration weakens exceedingly

slowly and finally ceases only on the 50th day, when the root may be considered killed. It takes 12 days to attain this at a temperature of —10°, and at —12° the root is killed on the 4th day.

Investigations of the carbohydrate metabolism in roots kept at various low temperatures have likewise shown that a number of chemical changes of matter continue to take place until all the cells of the beetroot are killed. As an illustration of this thesis we give the following table of the loss of cane sugar during preservation of the beetroot in refrigerating chambers. The losses are expressed in percentage of dry weight of the root.

Day of storage	45th	55th	65th	100th
—2°	2.35	2.75	3.50	4.60
—7°	1.30	—	1.50	5.50

The table shows that as soon as she root was killed by frost, the biochemical processes connected with the disintegration of sucrose immediately ceased. Such a root may be preserved indefinitely for any length of time, if only its temperature is not raised to — 3.5°. For at that temperature the root begins to thaw, drops of water begin to form, and favourable conditions are set up for the activities of the ferments contained in the root, especially of invertase. This leads to a rapid hydrolysis of cane sugar in such a thawed root. Of course, respiration of the root does not recommence, and therefore the products of hydrolysis (glucose and fructose) accumulate in great quantities within the root and thus exceedingly complicate the conversion of beetroot into sugar.

On the basis of the above data the present writer in company with eng. V. Mitrofanov and eng. B. Krasnokutskij has devised a method of freezing beetroot by natural frost and of its further storage in a frozen state under thermo-insulating covers. Last year at the Borinsk Sugar Factory 3 000 000 kg of beetroot were frozen by our method. We succeeded in preserving the beetroot til the month of May and then converting it into sugar, while sugar factories as a rule cease their activities in February or the beginning of March for fear of a wholesale putreaction of the beetroot. The temperature of the beetroot when taken to the factory was between — 5—6°. So we see that it was all preserved in a frozen state, and therefore the losses of sugar during storage were reduced to a minimum. This year 200 000 kg of beetroot are to be frozen, so that this method may be applied in 1934—35 at a number of sugar factories of the Central Board of Sugar Industry.

Received
20. II. 1934.

ГЕОЛОГИЯ

В. Д. ФОМИЧЕВ

О ДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОКРАИН КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА

(Представлено академиком А. А. Борисяком 17 II 1934)

Первое достаточно полное описание девонских отложений окраин Кузнецкого бассейна было дано около 30 лет тому назад.

Сводка по стратиграфии девона и монографическое описание девонской кузнецкой фауны даны в работе Г. Петца, вышедшей в 1901 г. (1).

Следующим крупным этапом в изучении бассейна являются исследования группы Л. И. Лутугина, сводкой по которым явилась изданная в 1927 г. работа В. И. Яворского и П. И. Бутова (2).

Мои наблюдения, произведенные в течение целого ряда лет работ в разных районах Кузнецкого бассейна, говорят о том, что существующие представления о разрезе и возрасте Кузнецкого девона должны быть существенно изменены. Собранные мною девонские фауны были предварительно определены Д. В. Наливкиным и Б. П. Марковским, которым я и выражаю за это глубокую благодарность.

По северо-восточной окраине бассейна (Барзасский район) наблюдаются следующие соотношения: морской нижний карбон согласно залегает на верхнедевонской красноцветной толще, ниже которой расположены морские верхнедевонские слои до низов франского яруса включительно.

Еще ниже лежит нижняя красноцветная толща, в верхней части которой вклинивается горизонт туфогенных и битуминозных пород с пластами угля (сапромикситы — по М. Д. Залесскому) и горючего сланца. Суммарная мощность девонских слоев, считая от битуминозного горизонта вверх, превышает 500 м. Уже А. В. Тыжнов (3,4) отнес барзасские сапромикситы к среднему девону. В почве битуминозного горизонта залегают темносерые диабазы и порфириты, которые А. П. Ротай (5) рассматривает как мощные покровы-эффузивы (см. ниже об изверженных породах в районе Симоновой заимки).

Нижняя граница нижней красноцветной толщи на Барзассе не видна; ее можно наблюдать севернее на р. Яе и ее притоках, в районе д. Орлинки и с. Яя-Петропавловского. Уже прежние исследователи отмечают там несогласное залегание девона на более древнем кембро-силурийском комплексе и базальные конгломераты в основании нижней красноцветной толщи. Мне кажется, что для отнесения всего девонского разреза в этом районе к верхнему девону нет оснований. Низы его, лежащие под известняками с нижнефранской фауной, следует отнести к среднему и частично к нижнему (?) девону.

Между Симоновой заимкой и р. Осиповой (до д. Широкая Щель) на левом берегу р. Томи, ниже окремнелых известняков из основания разреза нижнего карбона, залегает верхняя девонская красноцветная толща, ниже которой видна пачка известняков с фауной низов франского яруса верхнего девона (6). Известняки налегают на нижнюю красноцветную толщу, представленную главным образом красноватыми и сероватыми конгломератами. Конгломераты во многих местах совершенно неслоисты. Галька в них не сортирована и представлена метаморфическими и изверженными породами. В нижних частях разреза этой толщи (обнажения правого берега р. Томи выше и ниже р. Осиповой) в гальках конгломерата

в изобилии встречены серые и светлосерые додевонские известняки. Суммарная мощность конгломератов правого берега р. Томи достигает 200—300 м; мощность девонского разреза левого берега р. Томи не ниже 300—400 м.

Нижние горизонты тех же конгломератов прослежены мною вверх по рр. Осиповой и М. Осиповой километра на три. Выше по р. М. Осиповой, чуть ниже ключа Выдрина, их сменяют немые серые плотные известняки и светлосерые мраморы, возможно уже кембрийского (или силурийского?) возраста, на которые эти конгломераты, повидимому, и налегают.

Нижняя красноцветная толща, лежащая под известняками низов франского яруса, по-моему должна и здесь отвечать среднему и нижнему девону. Она обильно прорвана темносерыми основными изверженными породами (порфириты, диабазы), образующими местами значительные интрузивные тела. Основные эффузивы, подчиненные нижней красноцветной толще, резко отличаются от интрузий своей красноватой окраской.

В Кондомском районе М. А. Усов (7) выделяет ниже нижнефранских известняков улуса Абрамовского и подстилающих их красноцветных пород и конгломератов мощную толщу эффузивов (и туфов) с подчиненными песчано-глинистыми горизонтами (тельбесскую формацию), отнесенную им к среднему девону. Верхний девон, по данным М А. Усова, лежит здесь несогласно на среднем девоне. В других районах Кузбасса подобное несогласие не обнаружено; возможно, что тельбесская формация является верхнесилурийской, а красноцветная толща, лежащая ниже Абрамовских известняков, будет отвечать среднему (и нижнему?) девону.

В Кемеровском районе под нижним карбоном залегает верхняя красноцветная толща, мощность которой там более значительна, чем на востоке, и достигает 900—1000 м. Ниже идет зеленовато-серый морской верхний же девон, верхние пачки которого содержат фаменскую фауну (слои со *Spirifer sulcifer* H. C. и *Productus praelongus* Sow.), нижние — франскую (слои со *Spirifer zickzack* Roem., *Sp. tenticulum* Vern., *Anathyris phalaena* Phill. и др.). Еще ниже идет комплекс известняков, главным образом коралловых (зарубинский известняк) с фауной, содержащей *Spirifer chechiel* de Kon. и относящихся уже к верхам среднего девона. Суммарная мощность морского верхнего девона, по данным детально изучившего его здесь А. В. Тыжнова, достигает 900 м. Нижележащий разрез среднего девона в Кемеровском районе пока неизвестен. С небольшими изменениями разрез этот протягивается на запад и был просмотрен мною в бассейне р. Ини. Более глубокие горизонты вскрыты, возможно, в Анжеро-Судженском районе, где имеются известняки, переполненные *Spirifer chechiel* de Kon., а также в западной части бассейна по р. М. Изылы у дд. Чертенковой, Горевки и с. Вассина. В Вассинском разрезе (8) имеется комплекс мощных известняков со *Spirifer chechiel* de Kon., налегающий (в случае отсутствия опрокинутого залегания) на нижнюю, среднедевонскую, красноцветную толщу с основными эффузивами (порфириты, диабазы).

Мои наблюдения в Присалаирской полосе показали, что и здесь мы имеем верхнедевонскую красноцветную толщу, лежащую в основании нижнекаменноугольных морских слоев (9). Мощность ее здесь не ниже 100—150 м. Красноцветные сланцы песчаники и конгломераты („брекчиевидные породы") были констатированы мною, в основании разреза нижнего карбона, в ряде пунктов; местами они выходят в ядрах антиклинальных складок, на крыльях которых залегают низы нижнего карбона, в силу чего стратиграфическое положение красноцветных слоев определяется достаточно точно. Двигаясь с севера-запада на юго-восток, можно отметить

следующие районы развития верхнего красноцветного девона: 1) район д. Россолкиной, 2) район с. Коуракского, 3) район пос. Лермонтовского, 4) район с. Камышного, 5) район д. Семенушкиной. Кроме того красноцветная толща была обнаружена мною по левому берегу р. Черневого Бачата в д. Бековой, по правому берегу р. Ура у д. Саратовки (ниже с. Бедарева), по р. Уру в 1.5 км ниже с. Пестерева и в других местах. Я не имел возможности продолжить свои наблюдения дальше на юго-восток но, судя по литературе, и там имеются те же красноцветные толщи.

Мне кажется, всюду в Кузбассе до появления нижнекаменно-угольного моря господствовал континентальный режим и отлагались красноцветные толщи. В Присалаирской полосе красноцветная толща в контакте девонских слоев с нижним карбонам иногда отсутствует, но это является результатом тектонических причин, а сами контакты в таких случаях тектоническими.

По рр. Черневому Бачату и Уру в основании девонского разреза выходит нижняя граувакковая толща, залегающая несогласно (мощные базальные конгломераты с глыбами силурийских известняков) на додевонском комплексе. Конгломераты эти имеют мощность до 200 м (К. В. Радугин) и обнажены по правому берегу р. Черневого Бачата ниже Гурьевского завода и по правому берегу р. Толсточихи (правый приток р. Черневого Бачата). Выше идет мощный комплекс известняков, нижние слои которого обнажены у старой Крековской мельницы, расположенной на р. Черневом Бачате недалеко от устья р. Толсточихи. Фауна этих известняков отнесена Г. Петцем к верхнему ярусу нижнего девона (D_1^2). На правом берегу реки имеются и самые низы известнякового комплекса (темные известняки с *Favosites* и др.), лежащие под крековскими известняками и над нижней граувакковой толщей. Возраст этих нижних темных известняков и граувакк можно определить, таким образом, как нижний ярус нижнего девона. Ниже по р. Черневому Бачату тянутся более высокие слои известнякового комплекса, в средних пачках которых встречена фауна с *Pentamerus* ex. gr. *baschkiricus* Vern. Заканчивается известняковый разрез пачкой пахипоровых известняков. Общая мощность известнякового массива достигает 700—1000 м. Пахипоровый известняк обнажается у фермы на правом берегу р. Бачата в 2—3 км ниже устья р. Толсточихи.

Церковь с. Пестерева расположена на светлосерых известняках, фауна которых относится к низам нижнего яруса среднего девона, а не к нижнему ярусу нижнего девона, как это считал Г. Петц и другие работники. Таким образом, известняки эти входят в состав девонского известнякового комплекса и лежат выше крековских слоев, а не под ними.

Выше известнякового девонского массива залегает не менее мощная толща граувакк. В низах ее следует отметить горизонт известняково-глинистых пород с фауной гониативов и *Orthoceras*. Выше последних среди граувакк встречены отдельные пачки довольно мощных известняков (минимум две), из которых верхняя хорошо обнажена к западу от д. Бековой (бековский известняк) и содержит фауну со *Spirifer mucronatus* Conr., т. е. представляет слои переходные к верхнему девону. Верхи граувакковой толщи (над бековским известняком) и налегающие на нее красноцветные слои возможно рассматривать как неохарактеризованный фаунистически верхний девон.

Любопытные конгломераты встречены в верхней граувакковой толще, как выше, так и ниже известняковых пачек. Конгломератов имеется целый ряд; в них встречены как гальки, так и целые глыбы и скалы

(до 10 м в поперечнике) известняков из нижележащего девонского известнякового массива.

Верхние конгломераты лежат выше бековского известняка. Очевидно эти конгломераты и дали повод В. И. Яворскому и П. И. Бутову установить размыв и трансгрессивное залегание нижнего карбона Присалаирской полосы на среднем девоне, особенно в тех местах, где красноцветная толща, вследствие тектонических контактов, выпадает.

Я склонен рассматривать эти конгломераты как „фацию конгломератов обваливания" и связываю их образование с наличием известной близости к крутому берегу, сложенному нижележащими девонскими известняками (эпейрогенетические движения). Такие конгломераты были обнаружены мною по рр. Черневому Бачату, Усканде, Уру и Тарсьме.

Таким образом, я считаю, что в Кузбассе, как на востоке, так и на западе, девон представлен всеми тремя отделами.* В ряде пунктов значительная часть его разреза сложена красноцветными толщами. Морские слои составляют часто лишь небольшой процент от общей мощности толщи. Наиболее устойчиво морской режим выдерживается в Присалаирской полосе бассейна. В других частях море появляется кратковременно, главным образом на границе среднего и верхнего девона и в нижней половине верхнего девона.

Центральный научно-исследовательский геолого-разведочный институт.
Ленинград.

Поступило
17 II 1934.

GEOLOGY

ON THE DEVONIAN DEPOSITS OF THE PERIPHERY OF THE KUZNETSK BASIN

By V. FOMIČEV (V. FOMITCHEV)

(*Communicated by A. Borissiak, Member of the Academy, 17. II. 1934*)

SUMMARY

It is now generally held that on the periphery of the Kuznetsk Basin the Lower Carboniferous everywhere rests conformably upon the uppermost horizons of the Upper Devonian which is represented by Red-Rock series. These latter series are underlain by marine Upper Devonian deposits. And it is only in the zone adjacent to the Salair Range that the Lower Carboniferous rests upon the Middle Devonian deposits, at the base of which Lower Devonian beds are occasionally observed, resting unconformably (Caledonian folding) upon pre-Devonian metamorphic rocks. Along the remaining part of the periphery of the basin the section ends with the basal parts of the Upper Devonian resting unconformably upon the pre-Devonian complex. Such an interrelation of strata was first outlined about 30 years ago (1) and was confirmed by later works of B. Yavorsky and P. Boutov (2).

The writer advances a new conception, according to which all the three divisions of the Devonian are represented along the borders of the

* Нижний девон на востоке и юге бассейна частично может отсутствовать.

Kuznetsk Basin. Besides the Upper Red-Rock beds, the Lower Red-Rock series is present, underlying in the south and east of the basin the Frasnian limestones and corresponding to the Middle and, possibly, Lower (?) Devonian.

The interrelations between the separate parts of the section along the eastern border of the basin are especially well exhibited on the Tom River, near Simonov Farm. The Devonian section is subject to rapid lateral variation, as regards facies.

In the Barzas region a tuffogenous and bituminous horizon with oil shales and seams of coal (sapromixites) belonging to the Middle Devonian (according to A. Tishnoff) is confined to the upper parts of the Red-Rock series. In the Kemerova region marine beds were deposited from the close of the Middle Devonian to the beginning of the Famennian stage. The lower-seated beds have not yet been detected in that region, and it is only much farther west, in the region of Vassina village, that the uppermost members of the Lower Red-Rock series established by the writer are observable.

In the Salair zone of the basin the writer has also established the presence of the Upper Red-Rock series of the Devonian, conformably underlying the Lower Carboniferous, and occurring in a number of localities: 1) at Rossolkina village, 2) at Kourakskoye village, 3) at Lermontovskoye settlement, 4) at Kamyshnoye village, 5) at Semenushkina village, and in other places.

The lower-seated part of the Devonian section in the Salair foreland zone is, according to the writer's conception, as follows: at the base of the section lies the Lower Graywacke series resting unconformably (with basal conglomerates) upon the underlying Cambro-Silurian rock complex. The thickness of the graywackes and conglomerates is not less than 200—300 m. Higher up in the section follows a thick limestone complex (700—1000 m) in the basal parts of which (the Krekovo beds) a Lower Devonian fauna was met with; next follow limestones of varied composition, belonging already to the Middle Devonian. The limestones are overlain by a no less thick series of graywackes, succeeded upwards by the Red-Rock Devonian series and by marine Lower Carboniferous beds. The graywacke series encloses a number of limestone patches (no less than two), in the upper part of which (the Bekovo limestone) a fauna was met with, including *Spirifer* e. g. *mucronatus* Conr.; these beds are most probably a transition to the Upper Devonian, while the higher-seated patch of graywackes and the Upper Red-Rock series belong to the Upper Devonian, uncharacterized in respect of fauna.

The Graywacke series encloses several sandstone and conglomerate interbeds with limestone pebble and blocks derived from the underlying Devonian complex. The writer regards them as a 'facies of rock-slip conglomerates' and places their formation in connection with the proximity of a steep shore-bluff made up of the above-mentioned underlying limestones (epeirogenic uplifts and faulting).

Central Geological and Prospecting Institute. Leningrad.

Received 17.II.1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Г. Петц. Материалы к познанию фауны девонских отложений окраин Кузнецкого угленосного бассейна. 1901. H. Peetz. Beiträge zur Kepntnis der Fauna aus den devonischen Schichten am Rande des Steinkohlenbassins von Kusnetzk. 1901. [2] В. И. Яворский и П. И. Бутов. Тр. Геол. ком., нов. сер., вып. 177, 1927. B. Yavorsky et P. Boutov. Mém. du Comité géol., nouv. série, livr. 177, 1927. [3] А. В. Тыжнов. Вестник Зап.-сиб. ГРТ, 1932, № 3—4. [4] А. В. Тыжнов Изв. Зап.-сиб. ГРУ, 1931, т. XI, № 1. A. Tishnoff. Bull. of the Geol. and Prospect. Service of West Siberia, 1931, v. XI, No 1. [5] А. П. Ротай. Вестник ВГРО, 1932, № 1. A. Rotaj. Bull. of the All-Union Geol. and Prospect. Assoc., 1932, № 1. [6] Л. Л. Халфин. Изв. Сиб. ГРТ, 1932, т. XI, вып. 3. L. Khalfin. Bull. of the Geol. and Prospect. Trust of West Siberia, 1932, v. XI, No 3. [7] М. А. Усов. Изв. Сиб. геол. ком. 1927, т. VI, вып. 5. M. Oussoff. Bull. du Comité géologique, succursale pour la Sibérie, 1927, t. VI, livr. 5. [8] В. Д. Фомичев. Стратиграфия и тектоника Инского и Плотниковского районов Кузнецкого бассейна (печатается в Тр. ВГРО). [9] В. Д. Фомичев. Некоторые геологические наблюдения по западной окраине Кузнецкого бассейна (печатается в Тр. ВГРО).

ГЕОЛОГИЯ

Н. Н. КУЗНЕЦОВ-УГАМСКИЙ

О ДВИЖЕНИЯХ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ИССЫК-КУЛЯ

(Представлено академиком В. А. Обручевым 24 III 1934)

В более ранних работах (Бюллетень САГУ, 1925, № 10; Труды Геоморфологического института АН СССР, 1931) было отмечено, что изменения береговой линии Иссык-куля зависят не только от колебаний в количестве воды в озере, но прежде всего от вертикальных движений земной коры, неравномерных в разных частях бассейна.

Позднейшие данные позволяют развить эту идею для отдельных участков побережья озера, фиксировать последовательные стадии процесса и связать их с хронологическими датами. Наибольший интерес по полноте и четкости морфологических проявлений эволюции береговой линии представляет северо-восточная оконечность озера в районе Тюпского залива.

Здесь можно установить следующие стадии.

1. Наиболее древняя. Воды озера стояли несколько выше (порядка 3—5 метров) современного. Базисы эрозии рек: Тюп, Курменты, Б. и М. Сарыбулак, Шанаты — были повышены. Происходила интенсивная аккумуляция речных наносов, сложивших современную Тюпскую аллювиальную равнину. Устье р. Тюп было выдвинуто западнее современного положения, а перечисленные выше реки были притоками Тюпа в его предустьевой части.

На глаз почти идеально ровная поверхность Тюпской равнины прорезана системой узких, глубоких, извилистых логов, в нижней части заполненных водами озера, в верхней части служащих ложем для стока поверхностных вод.

2. Их образование связано со следующей, более молодой стадией, когда уровень вод опустился (или суша поднялась), базис эрозии пони-

зился; аллювиальные толщи Тюпской равнины были пререзаны глубокими оврагами, прорытыми рекой Тюп и ее притоками. Понижение вод против предшествовавшего этапа составило 30—40 метров.

3. Третья стадия. Быстрое повышение уровня озера, базис эрозии поднялся выше современного уровня. Озеро затопляет устьевые участки прежде образовавшихся глубоких оврагов. Создаются глубокие затоны. Устье р. Тюп отодвигается на восток за место современного села Тюп. Речки: Курменты, Шанаты и оба Сарыбулака обособляются от Тюпа; каждая самостоятельно впадает в восточную часть Тюпского залива.

4. Новейшая стадия — незначительное понижение уровня озера; всего на 1.2—1.5—2.0 метра (Монастырский затон около Зоотехникума). Происходит аккумуляция речных наносов в слепых концах затонов, и сами затоны мелеют. Устье Тюпа продвигается на запад, по мере затопления восточного конца залива дельтовыми выносами.

Южнее Тюпа, по ту сторону широтной гряды Томса — Сухой хребет, в общем параллельно р. Тюп расположена долина р. Джаргалан. Схема эволюции береговой линии та же. Очень хорошо выражены меандры в аллювиальной долине реки; дельта Джаргалана имеет очень правильные очертания и весьма активно выдвигается на запад.

Невдалеке от западного конца Джаргаланского залива, по соседству с курортом Койсара, в стороне от берега под водой видны развалины затопленного города. Берег плоский, но береговая линия на плане сильно изрезана благодаря наличию микро-депрессий и микро-возвышений с вертикальной амплитудой порядка 30—40 сантиметров. Это остатки старого рельефа, выработанного еще до затопления данной местности, сохранившиеся, равно как и развалины города, благодаря тому, что здесь не происходило аккумуляции рыхлых песчаных масс, так как течения обходят это место стороной (интенсивная аккумуляция песка происходит по северному побережью залива).

Остатки монет позволяют датировать затопление города не ранее XII века (со слов археолога М. Е. Массона); возможно, что это произошло позднее, вплоть до XVI века. Расстояние до Тюпа 25—30 километров; весьма вероятно, что движение береговой линии было здесь и там одновременно. По приведенной хронологической схеме это соответствует началу третьей стадии. Остатки затопленных водой сооружений и предметов обихода находятся и на берегу Тюпского залива.

Южное побережье Иссык-куля примерно от устья Джитыогуза на запад далее устья Актерека и почти до дельты Улахола говорит о последовательности движений, аналогичной востоку.

Распознаются:

1. Наиболее древняя стадия — остатки террасы, на высоте 20—30 метров выше современного берега озера, наиболее отчетливые местами между Барскоуном и Тоном. К этой же стадии высокого стояния уровня относятся, очевидно, древние береговые валы, подобные плотине, отделяющей от Иссык-куля небольшое озеро Кара-куль, расположенное между Тосором и Согутты. К этому же времени надо отнести образование широкой покатой с юга на север равнины, на которой расположены поселки Барскоун и Тамга. Это поверхность древних конусов выноса, соединявшихся в одну общую покатость.

2. Следующая стадия — понижение уровня вод значительно ниже современного (в устье Барскоуна метров на 50—60 против предыдущего этапа). Древние конусы выноса прорезаны глубокими каньонами рек, приспособляющихся к новому положению базиса эрозии.

3. Третья стадия. Новое повышение уровня воды. Устьевые участки долин заполняются водами образуя бухты-эстуарии. В слепых концах эстуариев начинается аккумуляция аллювиальных наносов. Переход от горного ущелья к аллювиальной долине выражается резким изломом продольного профиля долины (особенно четко на Б. Джаргыльчаке). Стремительное течение реки ниже резко замедляется, река начинает образовывать меандры. Со стороны озера эстуарий перегораживается поперечной плотиной берегового вала (Джаргыльчак, Тамга, Тосор, Каджи и др.).

4. Последняя стадия. Уровень вод немного понижается. Береговые валы эстуариев пропиливаются реками, меандры сохраняются, углубляясь в аллювиальную толщу. Эстуарии начинают мелеть, выполняясь наносами рек.

Таким образом, для восточного и южного побережья можно констатировать значительный параллелизм в движении береговой линии, в противоположность западу, северу и юго-западу до Улахола, где этот процесс складывался по иному.

Все северное побережье Иссык-куля от Рыбачьего на западе до Кутурги на востоке, западная оконечность озера и юго-западный участок до дельты реки Улахол включительно, несут признаки прогрессивного наступания суши на воду. Здесь озеро отступает, уровень понижается, а свидетелями былых положений береговой линии остаются береговые валы, сравнительно свежие, легко распознаваемые ближе к берегу, в большей или меньшей степени разрушенные вдали от него. Во многих местах береговые песчаные отложения комбинируются с речными выносами, маскируя картину движения береговой линии. На западе, в окрестности Рыбачьего в силу сухости климата и бедности растительности сильно развито развевание мелкоземных наносов, благодаря чему местность носит характер галечниковой пустыни. И если галечники в основном — продукт выноса с гор, то под ними на некоторой глубине замечают рыхлые песчаные или песчано-глинистые наносы, образование которых видимо связано с прошлой работой озерных вод. Берег озера прежде был севернее, чем сейчас.

Местами побережье деформировано тектоническими нарушениями. К востоку от Сазановки есть участок, получивший моделировку при землетрясении 1910 года. На западной стороне Каройского полуострова имеется гряда почти горизонтальных песчаников, обрывающаяся к озеру причудливым нагромождением песчаниковых глыб различной формы и величины, выведенных из своего первоначального положения. Есть ли это результат сейсмики, или действия волн, или, наконец, того и другого — сказать трудно.

Когда то в районе Турайгыр-Чоктал-Чолпон-ата уровень вод стоял значительно выше. В верхней террасе есть большие основания усматривать сильно деформированные рудименты древних конусов выноса.

Сопоставляя эти данные, можно резюмировать: 1) на В и ЮВ имели место резкие колебания земной коры вверх и вниз с амплитудой до 50 (а может быть и более) метров.

2) на З и СЗ происходил процесс прогрессивного поднятия суши, темп которого временами замедлялся и ускорялся.

3) Линия раздела между обеими частями побережья проходит от Кутурги и Уйтала на СВ, в направлении на ЗЮЗ, пересекая современную береговую линию между Актереком и Улахолом.

Характерно, что промеры глубин показали в южной части озера быстрое нарастание глубин; в нескольких километрах от берега они достигают 600 и 700 метров (Л. С. Берг), тогда как на севере оно в общем очень постепенно; и в этом отношении разница оказалась очень большой, свидетельствуя о резком различии в колебаниях земной коры в разных частях бассейна.

Ташкент. Поступило
24 III 1934.

GEOLOGY

ON THE MOVEMENTS OF THE COAST-LINE OF ISSYK-KUL LAKE

By N. KUZNECOV-UGAMSKIJ

(*Communicated by V. Obručev, Member of the Academy, 24. III. 1934*)

SUMMARY

It has been mentioned before (Publications of the Geomorphological Institute of the USSR Academy of Siences, 1931) that in Issyk-kul lake, lying between the mountain ranges of Tian-Schan, in a deep tectonic depression, at an elevation of about 1570 meters above sea level, the modifications in the position of the coast-line are not due to the water increase or decrease in this lake, but primarily to the local vertical mobility of separate parts of the earth crust in the basin.

Now on the basis of new observations it is possible to give a scheme of successive movements of coast-line in several localities. The most instructive is the geomorphology of the north-eastern corner of the basin near the Tiup river mouth, which allows as to recognize:

1. The first, and chronologically the oldest phase. The time of the formation of the wide alluvial plain of the Tiup river, running from the east to the west for about 30 km. The basis of erosion was about 3—5 meters higher than now, the mouth of the Tiup wasfarther westward than now, and the small rivers Kurmenty, Shanaty, and both Sarybulaka were affluents of the Tiup.

2. Second phase. The period of a great sinking (about 40—50 meters) of the lake level and therefore of the basis of erosion of the Tiup and westward. Former alluvial deposits of the plain of the Tiup were gullied and deeply eroded by water-streams which formed new deep and narrow valleys, and the plain was dissected into several separated areas.

3. Third phase. The lake level swiftly rose upwards; correspondingly the basis of erosion rose somewhat higher than its present position. The lake waters rushed into narrow valleys and nearly filled them up; the so called 'zatons' were formed. The mouth of the Tiup river shifted again, now in opposite direction, far eastwards, and the above-named small rivers became separated, independently discharging themselves into the bay.

4. Modern phase. The lake level and the basis of erosion sink a little in comparison with the antecedent phase. The mouth of the Tiup slowly shifts westwards in close connexion with the filling up of the eastern end of the bay with fine alluvial sediments and the gradual growth of its delta. The

history of the neighbouring valley of Dshargalan river seems to be the same.

It is possible to assert that the beginning of the third phase was not earlier than the end of the XIIth century, and probably as late as the XVI century. This assertion is borne out by archeological objects (money) found in the ruins of a town formerly flooded with lake waters (according to a verbal statement of archaeologist M. E. Masson).

A similar succession of consecutive phases of displacements of the lake shore is shown by several morphological indications along the southern coast of Issyk-kul, westward to the Akterek river mouth, and even some km further westward, almost up to the beginning of the dry delta (alluvial cone) of the Ulahol river.

On the southern shore the signs of a deep submersion of the former coast are predominant, and in the lake, some km from the shore, depressions of 600—700 meters are found. Quite different was the history of the morphological development of the northern, western, and partly southwestern sections of the coast-line, where indications of progressive, although intermitteent regression of the lake waters may be observed: series of more or less parallel bank ridges in different stages of destruction by external factors and well developed alluvial fans of the rivers Great and Little Aksu, Ulahol, and others.

Tashkent.

Received
24. III. 1934.

ГИДРОЛОГИЯ

Г. Ю. ВЕРЕЩАГИН, А. И. ГОРБОВ и Н. Д. МЕНДЕЛЕЕВ

К ВОПРОСУ О НАХОЖДЕНИИ В ПРИРОДЕ ВОДЫ АНОМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ

(*Представлено академиком А. А. Борисяком 11 II 1934*)

В связи с вопросом о составлении стандартных таблиц плотностей, относимых обычно к плотности воды при 4°, А. И. Горбов в Денсиметрическом комитете Всесоюзного института метрологии и стандартизации с 1929 г. неоднократно указывал на необходимость изучения постоянства плотности самой воды, получаемой различными способами, так как этот вопрос совершенно не был тогда исследован. Находя ряд подтверждений своих воззрений ([1, 2, 3]), А. И. Горбов исходил из предлагаемой им гипотезы „зональности вод", которые всегда, по его мнению, представляют смесь изомерных полиморфных видоизменений, а может быть, и смесь переменного состава водородных соединений кислорода различной предельности с мыслимыми формулами: H_2O, H_4O, H_6O. Поступая из океана в атмосферу и в ней — в зависимости от температуры и ветров — претерпевая некоторое фракционирование, соответствующие молекулы образуют кислородо-водородные оболочки земного сфероида, очень неправильной формы. Зональность воды должна быть двойной: по широтам (более или менее) и по высотам над уровнем суши. Подобная двойная зональность флоры (альпийские луга) и до известной степени фауны давно известна, но она

не связывалась с зональностью питающих органический мир кислородо-водородов. Возникает далее вопрос, не должно ли считать главным условием эволюции живых существ на земле, наряду с эволюцией атмосферы (Финсон), белковых тел (Н. Д. Зелинский), эволюцию состава смеси кислородо-водородов, свойственного данному возрасту земного шара.

При обсуждении в Комитете этих воззрений А. И. Горбова, И. Д. Менделеев высказал мысль, что независимо от тех или иных гипотез, существование воды аномальной плотности вероятнее всего искать в условиях, создающих естественный аппарат для разделения предполагаемых более тяжелых и более легких молекул воды. Такие условия могут существовать, во первых, в изолированных водных бассейнах, так как при непрерывном испарении таких вод остающаяся фракция получит большую плотность (Каспийское море, Аральское море, озеро Эльтон и т. д.). Воды океана, испаряясь под тропиками (Персидский залив, Красное море) и конденсируясь в более холодных странах, будут иметь тоже тенденцию дробно фракционироваться.

Вторым естественным аппаратом, способствующим возможному разделению тяжелых и легких молекул воды в природе, по мнению И. Д. Менделеева, могли бы явиться глубоководные бассейны, где, несмотря на возможное перемешивание и влияние диффузии, тенденция более тяжелых молекул спускаться на дно могла бы дать эмпирически ощутимые результаты, и где, кроме того, благодаря сильным давлениям (Таманн, Бриджман), могли бы встретиться благоприятные условия, способствующие образованию аномальных молекул воды. Такова может быть морская вода из глубоководных районов океана; особенно же благоприятные условия представляют глубокие пресноводные бассейны, и среди них на первом месте должно стоять озеро Байкал с его глубинами порядка 2 километров.

В виду наибольшей практической доступности последнего источника предполагаемой „тяжелой воды", Денсиметрический комитет в начале 1933 года решил обратиться за содействием к Байкальской лимнологической станции Академии Наук СССР, в лице ее директора Г. Ю. Верещагина, с целью совместного выяснения поставленного вопроса, о чем между обоими учреждениями и состоялось соглашение.

В силу этой договоренности 4 сентября 1933 г. Байкальской станцией были взяты в Байкале образцы воды в 2 километрах от берега против мыса Березовского, в районе расположения Байкальской лимнологической станции с поверхности и с глубины 1200 метров, с помощью батометра. При взятии образцов была определена температура слоев воды, из которых они взяты, и тотчас после взятия были определены ее pH, растворенный в ней O_2, свободная CO_2, а также было произведено определение ряда катионов и анионов. Образцы воды были помещены в тщательно выщелоченные стеклянные сосуды.

Предварительные определения плотности указанных образцов воды произведены на Станции Н. И. Аничковой и затем во Всесоюзном институте метрологии и стандартизации Л. Д. Худяковой. Эти определения обнаружили, действительно, несколько большее значение плотности для образцов воды, взятых с глубины, по сравнению с образцами воды с поверхности, причем разность плотностей достигала 2,4 единицы четвертого знака и не могла, согласно данным химического анализа, быть объяснена примесями.

В виду предварительного характера определений и ряда интересных побочных обнаруженных фактов (например, тенденции разности

плотностей обоих образцов воды, при продолжительном хранении и перегонке, к сглаживанию) вопрос не может считаться сейчас окончательно решенным.

После опубликования известных работ Люиса и Макдональда по получению „изотопической воды", авторы настоящей статьи, не предрешая истолкования наблюденного ими явления, допускают также и возможную комплексность его причин, а именно — совместное влияние и аномального молекулярного строения глубинных вод Байкала, и некоторого избытка в ней „тяжелых" изотопических молекул. Во всяком случае, крайний интерес проблемы об изучении глубинных вод Байкала в настоящей стадии исследования выступает уже с полной ясностью и известная физическая аномальность этих вод получает вероятность.

Основываясь на полученных результатах, Г. Ю. Верещагин в заседании Денсиметрического комитета 7 декабря 1933 года высказал следующие соображения о лимнологическом значении нахождения вод аномальных плотностей в природных водоемах.

До сих пор не только в лимнологии, но и в гидрологии вообще, строение самой воды не принималось во внимание и все закономерности распределения факторов по вертикали в гидрологии установлены без учета этого фактора.

Между тем, благодаря ему, воды одной и той же температуры и химического состава могут иметь различную плотность, что может существенно отразиться на вертикальном распределении температур. Все расчеты энергии, потребляемой на перемешивание водных масс с определенной вертикальной стратификацией температур, должны быть иные. Если количество плотных частиц воды в водоеме — величина переменная в течение года, то это должно явиться одним из факторов, влияющих на изменение объема водных масс в замкнутом водоеме.

Наконец, есть основание предполагать, что не только изотопическая вода, но и вода измененной молекулярной структуры, имеет определенное физиологическое влияние на организмы, а потому является важным биологическим фактором, который отразится не только на характере и интенсивности микробиологических процессов, но также и на составе биологических комплексов, биологической продуктивности водоемов и т. д.

Если большие глубины содействуют образованию вод аномальных плотностей, то глубокие водоемы, благодаря ветровому перемешиванию, имеют иной характер вод, чем остальные водоемы, что не может не отразиться и на их биологии.

Действительно, из пресных озер имеются, как известно, лишь два, характеризующихся исключительными глубинами: это Байкал, с максимальною глубиною в 1741 метр, и Танганьика, с глубиною в 1435 метров. Если не считать Иссык-куля, который, хотя и имеет глубину свыше 700 метров, но является полусоленым водоемом, то ближайшими по глубине будут озера Ньясса (706 метров), химический состав воды которого не известен, и Крейтер Лейк в Штате Орегон (610 метров).

Таким образом, Байкал и Танганьика резко отличаются их исключительными глубинами и они же отличаются, как известно, совершенно исключительным составом их населения, резко отличающимся от населения вод, окружающего их района. Возможно, что из всех древних пресноводных бассейнов, в которых могла бы сохраниться древняя фауна и флора, именно в этих двух озерах она имела больше всего шансов сохраниться именно потому, что особенности самой воды препятствуют внедрению в этот комплекс элементов современной фауны и флоры.

Дальнейшее исследование намечается авторами в связи с программой работ Денсиметрического комитета и Байкальской лимнологической станции в следующих направлениях:

1) Всестороннее изучение физических, химических и биологических свойств различных типов льда и вод с различных глубин Байкала и других глубоководных бассейнов, вод глубоких буровых скважин и источников их.

2) Исследование воды горных ледников и высокогорных озер, а также воды, полученной из верхних слоев атмосферы и из стратосферы.

3) Исследование воды замкнутых бассейнов и воды из различных частей океана — из глубины и с поверхности.

Байкальская лимнологическая станция
Академии Наук. Ленинград.

Поступило
11 II 1934.

HYDROLOGIE

SUR L'EXISTENCE DE L'EAU DE DENSITÉ ANORMALE DANS DES CONDITIONS NATURELLES

Par G. VEREŠČAGIN, A. GORBOV et I. MENDELEJEV

(*Présenté par A. Borissiak, de l'Académie, le 11. II. 1934*)

Aux séances du Comité densimétrique de l'Institut de Métrologie et de Standardisation de l'URSS A. Gorbov a, dès 1929, insisté sur l'importance de l'étude de la densité de l'eau, chimiquement pure, de diverses origines, vu que la question n'avait point été jusqu'alors éclairée par des recherches expérimentales.

Trouvant diverses confirmations de ses vues [1, 2, 3], A. Gorbov les développait en se basant sur son hypothèse d'une „zonalité des eaux du globe terrestre". L'eau, selon A. Gorbov, étant constituée d'un mélange de combinaisons polymorphes et isomères de la forme $(H_2O)_m$, et même, peutêtre, de différentes molécules aux formules de H_2O, H_4O, H_6O, son évaporation à la surface de l'océan doit présenter le caractère d'une certaine distillation fractionnée, ce qui, selon l'influencede la température, du vent etc., doit amener la formation d'une série d'enveloppes hydriques du globe terrestre, de formes irrégulières et d'une constitution moléculaire différenciée. Ces enveloppes forment des zones d'un double ordre: zones de latitude et zones d'altitude. Une double zonalité de la flore (prairies alpines) et de la faune, étant constatée depuis longtemps, la suggestion s'impose que la zonalité des eaux terrestres contribue à la produire. On peut se demander, en outre, si l'évolution des êtres vivants sur la terre ne dépend point d'une manière essentielle non seulement de l'évolution de l'atmosphère (Phipson) et des albumines (N. Zelinskij), mais aussi de l'évolution de la composition moléculaire et chimique de l'eau à une époque donnée de l'existence du globe terrestre.

Ces vues de A. Gorbov ont suggéré à I. Mendelejev l'idée, émise et discutée au sein du même Comité, qu'il est nécessaire d'étudier la question de la constance des propriétés physiques de l'eau indépendamment de toutes hypothèses, et qu'il serait le plus probable de trouver dans la na-

ture une eau de densité anormale dans des conditions qui créeraient un dispositif naturel pour la séparation des molécules plus lourdes des molécules plus légères de l'eau. Des conditions pareilles se réaliseraient, en premier lieu, dans des bassins clos, l'évaporation continue de leurs eaux devant fractionner les molécules et augmenter la densité de la fraction demeurante (mer Caspienne, mer d'Aral, lac d'Elton etc.). Les eaux de l'océan, s'évaporant sous les tropiques (golfe Persique, mer Rouge) et se condensant dans les zones moderées et arctiques, devraient aussi avoir une tendance à se différencier comme par une distillation fractionnée continue.

Un autre dispositif naturel pour la séparation présumée des molécules lourdes et légères de l'eau serait constitué, selon I. Mendelejev, par les bassins profonds, où, malgré l'influence du remuement et de la diffusion, les molécules plus lourdes pourraient s'amasser vers le fond dans des proportions se prêtant à la vérification par l'expérience. En outre les fortes pressions s'exerçant dans les profondeurs pourraient contribuer à la formation de molécules anormales d'une eau plus dense (Tammann, Bridgeman). L'eau des parties les plus profondes de l'océan et l'eau des couches inférieures des lacs profonds pourrait donc être plus dense que l'eau à leur surface, et le lac Baïkal, avec ses profondeurs de l'ordre de 2 kilomètres, offrirait un des meilleurs appareils de ce genre.

Considérant que cette dernière source d' „eau lourde" serait pratiquement la plus accessible, le Comité densimétrique prit au commencement de l'an 1933 la résolution de s'adresser au directeur de la Station limnologique du lac Baïkal de l'Académie des Sciences de l'URSS, G. Vereščagin, en vue de recherches à entreprendre en commun; un accord intervint sur ce point entre les deux institutions scientifiques.

Le 4 septembre 1933 la Station a pris des échantillons de l'eau du lac Baïkal à deux kilomètres au large près du cap Beriosovsky, dans la région de la Station. Les échantillons étaient tirés de la surface du lac et d'une profondeur de 1200 mètres à l'aide d'un bathomètre. On enregistrait en même temps la température des couches correspondantes et l'on mesurait immédiatement les valeurs de pH, la quantité de l'O_2 dissous, du CO_2 libre et une série de cations et d'anions.

Les échantillons étaient conservés dans des vases de verre ayant subi au préalable une lixiviation très complète.

Les mesures provisoires de la densité des échantillons d'eau tirés ont été faites à la Station par N. Aničkova et ensuite à l'Institut précité, par L. Chudiakova. Ces mesures ont permis d'établir qu'en effet, la densité des échantillons tirés des couches profondes était en excès sur celle de l'eau provenant de la surface du lac. La différence étant de l'ordre de 2,4 unités de la quatrième décimale, ce résultat ne pouvait être expliqué, eu égard aux données de l'analyse chimique, par les ingrédients.

Vu le caractère provisoire des mesures faites et une série de faits constatés (par exemple un décroissement de la différence des densités des échantillons après une longue conservation et après distillation), on ne saurait affirmer les chiffres d'une manière péremptoire. Après la publication des travaux de Lewis et de Macdonald sur „l'eau isotopique" les auteurs de la présente notice admettent aussi la possibilité de causes complexes, notamment de l'influence simultanée d'une structure anormale des eaux profondes du Baïkal et d'un certain excédent de ses „molécules isotopiques" lourdes s'y amassant. En tout cas le vif intérêt du problème est manifeste et un caractère d'anomalie physique propre aux eaux tirées des profondeurs du Baïkal apparaît démontré.

Se basant sur ces résultats. G. Vereščagin, dans la séance du 7 Décembre 1933 du Comité densimétrique, a exposé les considérations suivantes sur l'importance au point de vue de la limnologie de l'existence d'eaux de densité anormale dans les bassins naturels du globe terrestre.

Jusqu'à présent on a ignoré en limnologie, comme généralement en hydrologie, l'influence de la structure variable de l'eau, et toutes les règles hyhrologiques ont été établies sans en tenir compte.

Or, en vertu de ce facteur, des eaux d'une même température et d'une même composition chimique pourraient avoir des densités différentes, ce qui influerait sensiblement sur la distribution verticale des températures. Tous les calculs de l'énergie de remuement des masses aqueuses d'une stratification thermique déterminée seraient donc à reprendre. Si, de plus, la concentration des molécules plus denses changeait au cours de l'année, ce serait là un nouveau facteur déterminant la variabilité périodique du volume des masses aqueuses dans un bassin clos.

Enfin, il y a lieu d'admettre que non seulement l'eau isotopique, mais aussi une eau de structure moléculaire modifiée pourrait exercer une certaine influence physiologique sur les organismes vivants et serait donc un facteur biologique important non seulement pour le caractère et l'intensité des phénomènes microbiologiques mais aussi pour la constitution de groupements locaux d'espèces biologiques, pour la productivité biologique des bassins etc.

Si les grandes profondeurs favorisent la formation d'eaux de densité anormale, les bassins profonds, grâce aux remuements produits par les vents, doivent avoir même à la surface des eaux d'un caractère particulier, ce qui est de nature à influencer tout leur régime biologique.

En fait, le globe terrestre ne présente que deux lacs d'eau douce d'une profondeur excédant mille mètres; c'est le Baïkal, avec sa profondeur maxima de 1741 mètres, et le Tanganyika, avec une profondeur de 1435 mètres. Sans compter l'Issyk-koul, lac à demi salé avec une profondeur de 703 mètres, suivent les lacs Nyassa (706 m) et le Krater lake dans l'État Oregon (610 m).

Les lacs de Baïkal et de Tanganyika se distinguent donc par leurs profondeur excessive et en même temps, comme nous le savons, par leurs faune et leurs flore exceptionnelles, qui distingue nettement de la faune et flore des eaux environnantes.

Il est donc probable que parmi tous les bassins d'eau douce où ont pu se conserver la flore et la faune ancienne, ce n'est justemeut que dans ces deux lacs qu'elles ont pu survivre grâce à la particularité spécifique de leur eau, qui empêche l'invasion de la faune et de la flore modernes.

Les auteurs se proposent de continuer leurs recherches sur les eaux anormales (par le contenu en molécules isotopiques ou par leur structure moléculaire) dans les directions suivantes:

1) Étude complexe des propriétés physiques, chimiques et biologiques de la glace de différents types et des eaux tirées de diverses profondeurs du lac Baïkal et d'autres bassins profonds et des sources.

2) Étude de l'eau des glaciers et des lacs de haute altitude et aussi de l'eau provenant des couches supérieures de l'atmosphère et de la stratosphère.

3) Étude de l'eau des bassins clos et de l'eau des différentes parties de l'océan, prise à la surface et dans les profondeurs.

Station limnologique du lac Baïkal
de l'Académie des Sciences. Leningrad.

Manuscrit reçu
le 11. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTERATURE CITÉE

[1] К. И. Лисицын. О зональной особенности грунтовых вод на земном шаре и об оценке питьевых вод в сухих странах. 1927. K. Lisicyn. Sur la zonalité des eaux souterraines et sur l'évaluation des eaux potables dans les pays secs. 1927.
[2] В. С. Ильин. Карты грунтовых вод Европейской части СССР и ЦЧО. 1925. V. Iljin. Cartes des eaux souterraines de la partie européenne de l'URSS. 1925.
[3] Б. Л. Личков. Труды IV-й Гидрологической конференции Балтийских стран, № 12. B.Ličkov. Travaux de la IV Conférence Hydrologique des Pays de la Baltique, № 12.

ЗООЛОГИЯ

К. К. ФЛЕРОВ

О ГЕОГРАФИЧЕСКОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ И СИСТЕМАТИКЕ ЛОСЕЙ

(*Представлено академиком С. А. Зерновым 9 II 1934*)

Новые материалы по лосям, полученные Зоологическим институтом из Америки, позволили наконец разобраться в систематическом положении отдельных представителей рода *Alces* и вместе с тем дали возможность сделать некоторые, несколько неожиданные, выводы по их географическому распространению:

Genus Alces Gray*

1821. *Alces*, Gray, Med. Repos., vol. XV, p. 307.
1827. *Alce*, H. Smith, Griffith's Anim. Kingdom, vol. IV, p. 72. vol. V, p. 303.
1841. *Alcelaphus*, Gloger, Hand- und Hilfsbuch der Naturgesch., S. 143 (nec Blainville, 1816).
1902. *Paralces*, Allen. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XVI, p. 160.

Типичный вид. *Cervus alces* Linnaeus.

Распространение. Лесная зона Европы, Северной Азии и Северной Америки.

Alces alces (Linnaeus)**

Тип. Неизвестен.

Terra typica. Швеция.

Распространение. Европа и Западная Сибирь, на восток до Енисея, Алтай.

Описание. Череп характеризуется следующим: небные отростки ossa intermaxillaria, впереди vomer узки и вместе образуют желобообразное углубление, их ширина меньше или равна вертикальному диаметру foramen infraorbitale; носовые отростки ossa intermaxillaria кверху не сужены, а лопатообразно расширены и заканчиваются тупо. Окраска. Довольно ровная на всем туловище и голове, за исключением конца морды.

* Диагноз рода дан мною в статье: A Review of the Elks or Moose (*Alces* Gray) of the Old World, ДАН, сер. А, 1931, стр. 71.

** Синонимику см. Lydekker, Catal. Ungulate Mammals Brit. Mus., vol. V, 1915 и C. Flerow, loc. cit.

Конец морды беловатый; этот цвет захватывает почти всю область около носа. Нижняя губа коричнево-буроватая, подбородок беловатый, так же как и узкая полоса по краю губ, вокруг всего рта. Вся остальная часть головы коричнево-бурая, почти однотонная с шеей и туловищем. Лоб, межроговое пространство и затылок несколько светлее переносья и щек. Вокруг глаз по краям век намечается светлое кольцо. Уши снаружи серые, снутри беловатые, без потемнения по краям. Шея вся почти одноцветная и совершенно однотонна с туловищем. У некоторых экземпляров едва намечается полоса вдоль хребта. Окорока, нижняя часть боков, передняя часть брюха и верх передних конечностей шоколадно-бурые, несколько темнее других частей тела. Черные тона совершенно отсутствуют в окраске. Грудь однотонна с туловищем. Паха и задние части конечностей беловатые, местами почти белые. Передняя сторона со слабым светло-буроватым оттенком, несколько темнеющим лишь на суставных областях. Темная коричневая окраска на задних конечностях распространяется вниз не ниже коленного сустава. Окраска всего животного довольно однообразная, лишь слабо штриховатая, что образуется, благодаря раскраске волос; они на $^2/_3$ от основания бурые, далее идет темноватое кольцо, потом ржаво-охристое, вершина шоколадно-коричневая. Попадаются отдельные волосы с сокращенным или отсутствующим тем или иным цветом. Голое пятно между ноздрями более или менее близко к ромбической форме.

Все попытки разделить этот вид на отдельные географические расы, пока следует считать неудачными. Существующий материал не дает к тому оснований. Слабые признаки отличия намечаются между скандинавским лосем и западносибирским. Однако это требует проверки на больших материалах.

Alces americanus (Clinton)*

Тип. Неизвестен.

Terra typica. Восточная Северная Америка.

Распространение. Лесная область Северной Америки, приблизительно до 45° северной широты на юг, восточная Сибирь на запад до Енисея.

Описание. Череп: небные отростки ossa intermaxillaria, впереди vomer, широки, плоски и не образуют желобообразного углубления, их ширина больше вертикального диаметра foramen infraorbitale; носовые отростки ossa intermaxillaria кверху сужены, никогда не имеют лопатообразного расширения, а клинообразно заострены. Окраска. Многоцветная, резко разнящаяся на отдельных частях тела. Конец морды ржаво-бурый, этот цвет распространен по всей области около носа. Нижняя губа и подбородок темнобурые с черным налетом на концах волос. Края губ вокруг всего рта ржаво-бурые, несколько светлее подбородка. Вся остальная часть головы ржаво-бурая, с большой примесью черного цвета. Лоб, пространство между рогами и затылок ржаво-бурые со слабой примесью черного, потому эти места светлее остальных частей головы. Вокруг глаз развито черное кольцо, иногда сверху незамкнутое; веки тона лба. Уши снутри ржаво-серые, снаружи ржаво-бурые, светлее и серее лба, края ушей с примесью черного. Шея ржаво-бурая, вся мелко штриховатая. Вдоль нее сверху (на гриве) черная полоса, переходящая на

* Синонимику см. Lydekker, loc. cit.

спину, продолжаясь вдоль всего хребта. Бока шеи светлее, ржаво-бурые, близкие по тону к лбу, но испещренные черным и местами беловатым. Борода черная, края нижней челюсти и середина нижней стороны шеи также черные. Ржаво-бурая окраска боков шеи, заходя на нижнюю, образует V-образный рисунок, обращенный вершиной к подбородку и довольно резко очерченный, охватывающий своими ветвями бороду. Верхняя часть туловища ржаво-бурая с черным налетом, однотонная с боками шеи. Эту окраску охватывает черная или чаще угольно-черная окраска нижней части тела, благодаря чему образуется как бы чепрак, охватывающий спину, шею и бока. Окорока, передняя часть брюха, подмышечины, грудь и передние конечности спереди почти до метакарпального сустава с большой примесью угольно-черного цвета. Эта окраска распространяется на задних конечностях ниже колена, иногда почти до пятки. Пахи буровато-белые. Конечности ржаво-бурые, обычно довольно светлые по задней стороне и бурые спереди. Белые тона в окраске конечностей совершенно отсутствуют. Особенно интенсивно окрашены области суставов спереди. Чрезвычайно характерна многоцветность и штриховатость в окраске туловища и шеи, вызванная раскраской волос. Она такова: основания волос почти белые, только близ вершины развит ржавый поясок, вершина черная. В черно-окрашенных местах волосы не имеют ржавого кольца и основания их бурые. Комбинация различных степеней развития этих основных тонов на волосах и вызывает пестроту общей окраски. Этот вид ясно распадается на несколько местных рас:

Alces americanus americanus (Clinton)

1822. *Cervus americanus* Clinton, Letters on Nat. Hist. etc., p. 193 (nec Erxleben 1777)
1907. *Alces columbae*, Lydekker, Field, vol. CIX, p. 182.
1915. *Alces alces columbae*, Lydekker, Catal. Ungulate Mammals Brit. Mus., vol. IV, p. 236.

Тип. Неизвестен.

Terra typica. Восточная Северная Америка.

Распространение. Канада к востоку от Скалистых гор. Новая Шотландия, Новый Брауншвейг, Адирондак.

Описание. Лось средних размеров, сравнительно светлой ржаво-бурой окраски. Конечности довольно светлые, беловато-ржаво-бурые светлее чем у других американских рас.

Лидеккер описал как особую форму *A. columbae*, приводя в оригинальном описании как Terra typica Британскую Колумбию. Впоследствии оказалось, что экземпляр, по которому было составлено описание, добыт в Онтарио в восточной части Северной Америки, т. е. в terra typica *Alces americanus americanus*.

Alces americanus shirasi Nelson

1914. *Alces americanus shirasi* Nelson, Proc. Biol. Soc. Washington, vol. 27, p. 72, April 25, 1914.

Тип. Находится в U. S. National Museum, Washington.

Terra typica. Snake River, Lincoln County, Wyoming (Уайоминг).

Распространение. Распространен в районе Yellowstone National Park, в Wyoming в Montana и Idaho. Границы области распространения неизвестны. Возможно, что лоси южной части Британской Колумбии относятся к этой же форме.

Описание. По размерам мельче типичной формы, самый мелкий из американских лосей, со светлобурым цветом вдоль спины; уши светлые; копыта малы.

Alces americanus gigas Miller

1899. *Alces gigas*, Miller, Proc. Biol. Soc. Washington, vol. 13, p. 57.
1915. *Alces alces gigas*, Lydekker, Catal. Ungulate Mammals Brit. Mus., vol. IV, p. 237.

Тип. В U. S. National Museum, Washington.

Terra typica. Северная сторона Tustunema Lake, полуостров Kenai, Аляска.

Распространение. Аляска, северная часть British Columbia.

Описание. Лось много более крупных размеров, чем типичный *A. americanus americanus*, окраска более темная ржаво-бурая с большой примесью черного. Рога очень велики и массивны.

Alces americanus pfizenmayeri (Zukowsky)

1910. *Alces pfizenmayeri*, Zukowsky, Wild und Hund, XVI, № 45, S. 807.
1911. *Alces machlis jakutskensis*, Millais, Field, No 305, vol. 4, p. 118.
1931. *Alces alces pfizenmayeri* Flerow, C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, sér. A, p. 78.

Тип.?

Terra typica. Река Алдан, Якутия.

Распространение. Сибирь к западу до Енисея, на юг до Амурского края.

Описание. По общему характеру окраски совершенно идентичен с *A. a. gigas*. Отличается более серыми тонами окраски верхней части тела, более ярким и несколько более распространенным черным цветом и более серыми и темными конечностями. Иногда на передней стороне конечностей бывает выражен даже угольно-черный цвет и вообще конечности могут быть окрашены почти однотонно со спиной. Светлые цвета почти отсутствуют. Вокруг глаз полное черное кольцо. Некоторые волосы туловища черные от основания.

Alces americanus bedfordi (Bobrinskoy)

1902. *Alces bedfordiae*, Lydekker, Proc. Zool. Soc. London, vol. I, p. 107—109 (описан по рогам из „Eastern? Siberia").
1928. *Alces alces bedfordi*, Бобринской, Определитель охотничьих и промысловых зверей.

Тип. Неизвестен.

Terra typica. Уссурийский край.

Распространение. Уссурийский край, Амурский край, Манчжурия, Кэнтей (?).

Описание. Самая мелкая раса *A. americanus*. Характерный признак черепа — укороченность ростральной области. Окраска темная, насыщенная. Рога слабы и почти никогда не образуют лопату.

Зоологический институт Академии Наук. Ленинград.
Поступило 9 II 1934.

ON THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND SYSTEMATICS OF ELKS OR MOOSE (*ALCES* GRAY)

By C. FLEROW

(*Communicated by S. Zernov, Member of the Academy, 9.II.1934*)

New data on moose received by the Zoological Institute from America has at last made it possible to understand the systematic position of separate representatives of the genus *Alces* and to come to several somewhat unexpected conclusions about their geographical distribution.

Genus **Alces** Gray*

Type species. *Cervus alces* Linnaeus.
Distribution. Forest zone of Europe, North Asia and North America.

Alces alces (Linnaeus)**

Type. Unknown. Type locality. Sweden. Distribution. Europe and West Siberia, to the East up to the river Yenisei, Altai.

Description. The skull has the following characteristics: the palatine processes of the ossa intermaxillaria are narrow in front of the vomer and together form a furrow, their width is equal to or less than the vertical diameter of the foramen infraorbitale; the nasal processes of the ossa intermaxillaria do not taper urwards, but widen spadelike and have a blunt tip. Colouring. Comparatively uniform over the whole body and head except the tip of the muzzle.

The tip of the muzzle is whitish; this colour embraces almost the whole area around the nose. The under lip is reddish brown, the chin is whitish as also a narrow band along the edge of the lips, around the whole mouth. All the other parts of the head are reddish brown, almost of one tone with the neck and body. The forehead, space between the antlers, and occiput are somewhat lighter in tone than the bridge of the nose and the cheeks. Around the eyes along the edge of the eyelids a ring lighter in colour is to be distinguished. The ears are gray on the outside, whitish on the inside, without darkening along the edges. The neck is almost uniform in colour and of one tone with the body. In some specimens there is a stripe along the spine hardly noticeable. The thighs, lower part of the sides, front part of the belly and the upper part of the front legs are chocolate-brown in colour and somewhat darker than the other parts of the body. Black tones are entirely absent: The chest is of one shade with the body. The groins and hind parts of the legs are whitish, in places almost white. The front parts with a slight light brown tinge, somewhat darker around the joints. The dark reddish tint on the hind legs does not extend below the knee. The colour of the animal on the whole is comparatively uniform, very slightly streaked in consequence of the zone colouring of the hair, which are $^2/_3$ from the base brown, then comes a dark ring followed by a rusty ochreous one, and last a chocolate-reddish tip. There are individual hairs with a narrowing or even full absence of one of the colour zones. The bare spot between the nostrils is more or less rhombic in shape.

* The diagnosis of the genus is given by me in the paper: A Review of the Elks or Moose (*Alces* Gray) of the Old World, C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, sér. A, 1931, p. 71.

** Synonymics see Lydekker, Catal. Ungulate Mammals Brit. Mus., vol. V, 1915 and C. Flerow, loc. cit.

All attempts to subdivide this species into separate geographical races have so far failed, as the existing data do not give sufficient foundation for this. It seems that slight differences can be distinguished between the Scandinavian moose and the West Siberian one. But this must be confirmed by observation on large numbers of specimens.

Alces americanus (Clinton)*

Type. Unknown. Type locality. East part of North America.

Distribution. The forest zone of North America up to 45° northern latitude in the south, East Siberia to the river Yenisei in the West.

Description. The skull: the palatine processes of the ossa intermaxillaria in front of the vomer are broad and flat and do not form a furrow. Their width is greater than the vertical diameter of the foramen infraorbitale; the nasal processes of the ossa intermaxillaria taper upwards, never show a spadelike widening, and have a wedgelike tip. Colouring. Variegated, sharply distinct on different parts of the body. The tip of the muzzle is rusty-brown. This colour occupies the whole area around the nose. The under lip and chin are dark brown with a black tinge on the tips of the hairs. The edges of the lips around the whole mouth are rusty-brown, somewhat lighter than the chin. All the other parts of the head are rusty-brown with a large admixture of black. The forehead, space between the antlers, and the occiput are rusty-brown with a slight admixture of black and therefore lighter in colour than other parts of the head. There is a black ring around the eyes, sometimes with a break in its upper part; the lids are of one colour with the forehead. The inside of the ears is rusty-gray, on the outside rusty-brown, lighter and more grayish, the edges of the ears have an admixture of black. The neck is rusty-brown, all finely streaked. Along the upper side of the neck (along the mane) there is a black stripe, passing to the back and continuing along the whole spine. The sides of the neck are lighter, rusty-brown, close in tone to the forehead, but spotted by black and in places by a whitish tone. The beard is black, the edge of the lower jaw and middle of the under side of the neck are black. The rusty-brown colouring of the sides of the neck passes to the under side and forms a V-like pattern with the apex directed to the chin and fairly well outlined, that with its branches embraces the beard. The upper part of the body is rusty-brown with a black tinge of one tone with the sides of the neck. This colour is surrounded by the black, more often by the coal-black colour of the lower part of the body, which gives the impression of a saddle cloth covering the back, neck, and sides. The thighs, front part of the belly, axilla, chest, and front side of the forelegs almost to the metacarpal joint have a large admixture of coal-black. This colour spreads on the hind legs below the knee, sometimes almost to the hoofs. The groins are brownywhite. The legs are rusty-brown, generally rather light on the hind side and brown in front. White colour is quite absent on the legs. The colouring of the front side of the joints is particularly intense. The diversity of colour and streakiness of the body and neck is exceedingly characteristic and is caused by the colour zones of the hairs. The hairs at the base are almost white, only towards the tips there is a rusty zone. The tip is black. In the black-coloured parts the hairs have no rusty zone, and their base is brown. The combination of various degrees of development of these fundamental colours in the hairs causes diversity of colour. This species can be easily divided into several local races:

* Synonymics see Lydeker, loc. cit.

Alces americanus americanus (Clinton)

Type. Unknown. Type locality. East part of North America.

Distribution. Canada to the East of the Rocky Mountains, Nova Scotia. New Brunswick, Adirondacks.

Description. This moose is of average dimensions, of comparatively light rusty-brown colour. The legs are of a rather light whity-rusty-brown colour, lighter than in the other American races.

Lydekker has described it as a separate variety *A. columbae*, giving in his original description British Columbia as its type locality. Later it was discovered that the specimen decribed was from Ontario, i. e. the type locality of *Alces americanus americanus*.

Alces americanus shirasi Nelson

Type. In the U. S. National Museum, Washington.

Type locality. Snake River, Lincoln County, Wyoming.

Distribution. In the region of the Yellowstone National Park, in Wyoming, Montana, and Idaho. The limits of its distribution are unknown. It is probable that the moose of the southern part of British Columbia belong to this form.

Description. Is smaller than the typical form, the smallest of the American moose, light brown along the back; light-coloured ears; small hoofs.

Alces americanus gigas Miller

Type. In the U.S. National Museum, Washington.

Type locality. The North side of the Tustunema lake, the Kenai peninsula, Alaska.

Distribution. Alaska, northern part of British Columbia.

Description. Moose of much larger dimensions than the typical *A. amer. americanus*, a darker rusty-brown colouring with a large admixture of black. The antlers are very large and massive.

Alces americanus pfizenmayeri (Zukowsky)

Type. Unknown. Type locality. River Aldan, Jakutia.

Distribution. Siberia to the West of the river Yenisei and to the Amur region in the South.

Description. In the general characteristics of its colouring is identical with the *A. a. gigas*. Is distinguished by grayer tones of the colouring of the upper parts of the body, by a brighter and somewhat greater area of black colour and by grayer and darker legs. Sometimes even a coal-back colour can be met with on the front side of the legs, which may be almost of one colour with the back. Light colours are almost absent. A complete black ring around the eyes. Some of the hairs of the body are black from the base.

Alces americanus bedfordi (Bobrinskoy)

Type. Unknown. Type locality. The Ussuri district.

Distribution. The Ussuri district, Amur district, Manchuria, Kentai (?).

Description. The smallest race of *A. americanus*. Characteristic peculiarity of the skull — a shortening of the rostral region. The colouring is intensely dark. The antlers are weak and almost never palmate.

Zoological Institute
of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received
9.II.1934.

ХРОНИКА

Конференция по коррозии металлов

С 30 мая по 3 июня с. г. состоится Конференция по коррозии металлов, созываемая Академией Наук СССР.

Конференция эта имеет целью не только выдвинуть на первое место теоретическую проработку проблем коррозии, но и объединить работы, ведущиеся в различных отделах учения о коррозии, для максимального охвата их теоретическими методами.

Намечается следующая программа Конференции.

1-я секция: общие и теоретические проблемы.

Подсекции: а) учение о состоянии поверхности металлов; б) теория и гипотезы коррозии металлов; в) метод исследования коррозии и приборы.

2-я секция: коррозия металлов в производственных условиях при температуре ниже 50°.

Подсекции: а) коррозия черных металлов; б) коррозия цветных металлов; в) коррозия металлических частей машин и химической аппаратуры.

3-я секция: коррозия при высоких температурах и давлениях, отличающихся от атмосферного (коррозия котлов, турбин, конденсаторов и химаппаратуры при этих условиях).

4-я секция: защита от коррозии.

Подсекции: а) защита металлическими покрытиями; б) защита покрытиями из неорганических химических соединений (оксидные пленки) и химическая обработка поверхности металлов и пр.; в) защита покрытиями, содержащими органические соединения (краски, лаки и т. д.); г) защита получением сплавов (нержавеющие стали, легировка медью, оловом и др.).

5-я секция: организационные вопросы. Организация научно-исследовательского общества по коррозии металлов и периодического печатного органа при нем; организация обмена планами и всемерное содействие в этом направлении работам Госплана и ЦНИС НКТП; организация постоянного бюро по вопросам коррозии металлов.

ANNOUNCEMENT

Conference on Corrosion of Metals

A conference on corrosion of metals is scheduled to take place from May 30 to June 3 under the auspices of the USSR Academy of Sciences.

The object of the conference is not only to give special prominence to the theoretical study of the corrosion problems, but to bring together scientific investigations carried on in various departments of the corrosion science in order to ensure widest application of theoretical methods.

The program of the conference is proposed to be as follows:

1st section: general and theoretical problems.

Subsections: a) the theory of the state of metal surfaces; b) the theory and hypotheses of the corrosion of metals; c) the method of investigating the corrosion and the instruments used for this purpose.

2nd section: the corrosion of metals under industrial conditions at a temperature below 50°.

Subsections: a) corrosion of ferrous metals; b) corrosion of non-ferrous metals; c) corrosion of metal parts of machinery and chemical apparatus.

3rd section. corrosion at high temperatures and pressures differing from the atmospheric one (corrosion of boilers, turbines, condensers, and chemical apparatus, under these conditions).

4th section: protection against corrosion.

Subsections: a) protection by means of metal coatings; b) protection by coatings of inorganic chemical compounds (oxide films) and chemical treatment of metal surfaces, etc.; c) protection by coatings containing organic compounds (dyes, varnishes, etc.); d) protection by means of alloys (non-rusting steels, copper and tin alloys, etc.).

5th section: organizational questions. The organization of a scientific society for research work on the corrosion of metals; the organization of a periodical organ under its auspices; the organization of an exchange of plans and rendering of assistance to the State Planning Committee and the Central Research Institute of the Peoples Commissariat of Heavy Industry; the organization of a permanent bureau on corrosion problems.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В „Докладах“ помещаются предварительные сообщения или статьи-конспекты научных работников СССР, содержащие в краткой форме наиболее существенные результаты их работы в области математики, естествознания и теоретической техники.

2. Объем статьи не должен превышать 10 000 печ. знаков.

3. Статьи направляются для напечатания в „Докладах“ или непосредственно в редакцию, или через действительных членов Академии Наук.

4. Статьи принимаются для напечатания по отзыву членов Редакционной коллегии или действительных членов Академии Наук по специальности.

5. Каждая статья печатается на русском и на одном из иностранных языков, французском, английском или немецком. Автор должен представить вместе с русским текстом статьи ее перевод или резюме на одном из указанных иностранных языков.

6. Объем перевода не должен превышать 10 000 печ. знаков, резюме — не более 3 000 печ. знаков.

7. Цитируемая литература должна быть автором указываема не в подстрочных примечаниях, а в конце статьи общим списком с обозначением в тексте статьи порядковой цифрой ссылки на цитируемую работу.

8. В конце статьи автором должны быть обозначены на русском и иностранном языках название и местонахождение научного учреждения, в котором произведена работа.

9. Иллюстрации в „Докладах“ помещаются лишь в исключительных случаях.

10. Статьи должны быть доставляемы в совершенно готовом к печати виде (переписанными на машинке на одной стороне листа, через два переката).

11. В виду срочности издания корректуры статей авторам не посылаются.

12. Автор получает бесплатно 50 отдельных оттисков своей статьи.

Редакционная Коллегия просит действительных членов Академии Наук при направлении статей в „Доклады“ для напечатания указывать на статьях дату их получения от авторов.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
11 апреля 1934 г.

Непременный секретарь академик *В. Волгин*

Редакционная коллегия: академик А. А. Борисяк
академик С. И. Вавилов
академик А. А. Рихтер

Ответственный редактор академик-секретарь ОМЕН А. А. Борисяк

Редактор издания И. М. Эйзен. — Технический редактор М. И. Стеблин-Каменский

Сдано в набор 2 апреля 1934 г. — Подписано к печати 10 апреля 1934 г.

80 стр. (65—144)

Формат бум. 72 × 110 см. — 5 печ. л. — 51 840 печ. зн. в л. Тираж 3000 + 175

Ленгорлит № 9891. — АНИ № 279. — Заказ № 2888

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

Цена 2 руб. 50 коп.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

с 1 января 1934 г. по 1 января 1935 г.

на год (36 выпусков) цена ..... 54 руб.

на полгода (18 выпусков) цена .. 27 руб.

«ДОКЛАДЫ» выходят ежедекадно (1, 11 и 21 каждого мес.)

Подписку и деньги направлять Сектору распространения Издательства Академии Наук Ленинград 53, В. О., Тучкова наб., 2, или сдавать доверенным, снабженным специальными удостоверениями

КОМПЛЕКТЫ

ИЗДАНИЯ

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

за 1933 год

Шесть выпусков — 20 печ. листов

Цена 9 руб.